2014

Relatório Anual da Qualidade do Ar de Curitiba e Região Metropolitana - Ano de 2014



Instituto Ambiental do Paraná – IAP



Foto da capa: Marcos Guerra

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

Geraldo F. da Silva

Gerolino V. Sales

Ivan R. dos Santos

João Batista Maia

João Carlos de Oliveira

Rubens H. Castro

Institutos Lactec

Eliseu Esmanhoto

Fernando Gonçalves Opalinski

Jacqueline Ariele Schraier

Karime Dawidziak Piazzetta

Luis Eduardo Soares Mayer

PREFÁCIO

Em 2014 conquistamos muitos avanços com relação ao monitoramento da qualidade do ar. Graças a uma parceria entre o IAP, Instituto Lactec e a refinaria REPAR da Petrobrás, desenvolvemos um sistema de gestão ambiental que tornou possível o monitoramento e a divulgação da qualidade do ar em tempo real.

Esse sistema é pioneiro no país porque é de plataforma livre e aceita novas estações de monitoramento que o Estado adquirir ou de empresas particulares que tenham o interesse de contribuir para melhorar a gestão ambiental.

Os avanços contribuem para melhor fiscalização ambiental das fontes fixas poluidoras e também para melhorar o comando e controle do automonitoramento ambiental no Estado, licenciando empresas e suas emissões de acordo com a capacidade de cada região.

Neste momento, mais uma vez para prestar contas à sociedade, o Instituto Ambiental do Paraná publica o Relatório de Qualidade do Ar da Região Metropolitana de Curitiba – RMC referente ao ano de 2014.

A leitura deste relatório torna possível acompanhar qual a evolução da qualidade do ar que respiramos e os desafios que ainda precisam ser vencidos. É inegável que os nossos recursos naturais são pressionados pela expansão urbana, portanto o conhecimento destes resultados é essencial para que esse avanço seja feito de forma ordenada.

Enfim, esta é mais uma amostra de que o Estado do Paraná continua trabalhando firme e de forma transparente na prevenção das situações criticas e na busca da sustentabilidade ambiental.

Luiz Tarcisio Mossato Pinto

Diretor Presidente do IAP

APRESENTAÇÃO

O ano de 2014 foi um ano de muito trabalho e muitas conquistas, conseguimos traçar um divisor de águas na área atmosférica. A elaboração de programas específicos, como a implantação do Controle da Qualidade do Ar em Tempo Real, o desenvolvimento do Programa de Declaração de Emissões Atmosféricas, o Projeto Piloto para implantação do monitoramento contínuo com interface com o órgão ambiental, a visualização do Inventário de Fontes Fixas através de mapas, a Atualização da Resolução SEMA Nº 054/2006 e a parametrização da Resolução SEMA Nº 016/2014 dentro do Sistema de Gestão Ambiental vão alavancar o monitoramento ambiental da Qualidade do Ar no Estado do Paraná, em busca da sustentabilidade ambiental e de respostas mais rápidas à população.

O Relatório Anual da Qualidade do Ar de 2014 traz a consolidação dos dados das 11 estações de monitoramento da qualidade do ar distribuídas na Região Metropolitana de Curitiba (RMC), avaliando as médias de curto e longo prazo, conforme estabelece a Legislação.

O desafio para 2015 será buscar recursos para manutenção e recuperação da rede existente e ampliação da rede de monitoramento da qualidade do ar para o Estado do Paraná.

Todos esses projetos só se concretizaram graças a parcerias realizadas com as indústrias que acreditaram no nosso trabalho, tendo a certeza de que investir em meio ambiente é investir num futuro melhor, deixando um legado para as gerações futuras.

Ivonete Coelho da Silva Chaves
Diretora da DIMAP/IAP

Dirlene Cavalcanti e Silva Chefe do DTA/IAP

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fontes e características dos principais poluentes na atmosfera	13
Tabela 2 - Padrões nacionais de qualidade do ar (Resolução CONAMA Nº 03/90)	15
Tabela 3 - Critérios para episódios críticos de poluição do ar (Resolução CONAMA Nº 03/90)	16
Tabela 4 - Classificação da qualidade do ar através do índice de qualidade do ar - IQA	17
Tabela 5 – Configuração das estações manuais de monitoramento da qualidade do ar	19
Tabela 6 – Configuração das estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar	21
Tabela 7 - Métodos de medição	24
Tabela 8 - Critério de representatividade dos dados gerados	25
Tabela 9 – Monitoramento da qualidade do ar nas áreas industrial, centro e bairro	27
Tabela 10 - Resultados do monitoramento de PTS nas estações manuais	34
Tabela 11 - Resultados do monitoramento de PTS nas estações automáticas	35
Tabela 12 - Resultados do monitoramento de PI	39
Tabela 13 - Resultados do monitoramento de SO ₂ nas estações automáticas	44
Tabela 14 - Resultados do monitoramento de SO ₂ nas estações manuais	45
Tabela 15 - Resultados do monitoramento de CO	49
Tabela 16 - Resultados do monitoramento de O ₃	51
Tabela 17 - Resultados do monitoramento de NO ₂	55
Tabela 18 – Número de violações por parâmetros observados em 2014	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização das estações de monitoramento da qualidade do ar de Curitiba e região metropolitana. Em azul, as estações automáticas e em laranja, as estações manuais 22
Figura 2 - Localização das indústrias com emissões atmosféricas cadastradas no Banco de Dados do DTA no Estado do Paraná em 2014
Figura 3 – Municípios do estado do Paraná com emissões de CO (ton/ano) de acordo com o Inventario Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes
Figura 4 - Municípios do estado do Paraná com emissões de material particulado (ton/ano) de acordo com o Inventario Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes
Figura 5 - Municípios do estado do Paraná com emissões de óxidos de nitrogênio (ton/ano) de acordo com o Inventario Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes
Figura 6 - Municípios do estado do Paraná com emissões de óxidos de enxofre (ton/ano) de acordo com o Inventario Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes
LISTA DE GRÁFICOS
Gráfico 1 - Evolução dos veículos automotores em Curitiba nos últimos quinze anos
Gráfico 2 – Direção do vento em Curitiba e região metropolitana no ano de 201430
Gráfico 3 – Condições de dispersão em Curitiba e região metropolitana no ano de 2014 31
Gráfico 4 – Comparação da precipitação mensal acumulada no ano de 2014 com a média da precipitação mensal acumulada no período de 2004 a 2014
Gráfico 5 – Comparação da temperatura máxima registrada no ano de 2014 com a média da temperatura máxima registrada no período de 2003 a 2014
Gráfico 6 – Histórico de violações ao padrão primário para os poluentes PTS e PI registrados na estação Colombo durante os anos de 2006 a 2014
Gráfico 7 – Histórico das médias diárias máximas para os poluentes PTS e PI registradas na estação Colombo durante os anos de 2006 a 2014
Gráfico 8 - Classificação das médias diárias para o poluente PTS na estação Colombo no ano de 2014
Gráfico 9 – Comportamento do poluente PTS em Curitiba e região metropolitana no ano de 2014
Gráfico 10 - Classificação das médias diárias para o poluente PI na estação automática UEG no ano de 2014

Gráfico 11 - Classificação das médias diárias para o poluente PI nas estações de monitoramento em 2014
Gráfico 12 – Evolução das concentrações médias anuais para os poluentes PTS e PI no período de 2004 a 2014 monitoradas nas estações automáticas de Curitiba e região metropolitana
Gráfico 13 - Classificação das médias diárias para o poluente fumaça na estação Santa Casa de 1990 a 2010
Gráfico 14 - Médias anuais e médias diárias máximas para o poluente SO ₂ em Curitiba e região metropolitana no ano de 2014
Gráfico 15 - Médias anuais para os poluentes SO ₂ , fumaça e PTS no período de 1990 a 2014 na estação Santa Casa
Gráfico 16 – Evolução das concentrações médias anuais para o poluente SO ₂ no período de 2000 a 2014 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e região metropolitana 48
Gráfico 17 – Evolução das concentrações médias anuais para o poluente CO no período de 2002 a 2014 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e região metropolitana 50
Gráfico 18 - Histórico das violações ao padrão primário estabelecido para o poluente O ₃ , registradas no período de 2000 a 2014
Gráfico 19 - Classificação das médias horárias para o poluente O₃ na estação ASS em 2014 53
Gráfico 20 – Evolução das concentrações médias anuais para o poluente O ₃ no período de 1998 a 2014 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e região metropolitana 54
Gráfico 21 - Comportamento do poluente NO2 no ano de 2014 em Curitiba e região metropolitana
Gráfico 22 – Evolução das concentrações médias anuais para o poluente NO ₂ no período de 1999 a 2014 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e região metropolitana 57
Gráfico 23 - Classificação das médias horárias para o poluente NO ₂ na estação UEG registradas em 2014
Gráfico 24 – Registro das violações aos padrões primários de qualidade do ar no ano de 201460
Gráfico 25 - Registro das violações aos padrões primários de qualidade do ar no período de 2000 a 2014
Gráfico 26 – Classificação diária do IQA em cada estação automática de monitoramento ao longo de 2014

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

ASS Estação automática Centro Social São Francisco de Assis

BOQ Estação automática Boqueirão

CETESB Companhia da Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo

CH₄ Metano

CIC Estação automática Cidade Industrial de Curitiba

CSN Companhia Siderúrgica Nacional CSN-PR 423 Estação manual CSN-PR 423

CO Monóxido de carbono
COL Estação manual Colombo

COMEC Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba

CONAMA Conselho Nacional do Meio Ambiente
DETRAN-PR Departamento de Trânsito do Paraná

DV Direção do vento

HCT Hidrocarbonetos totais

H₂SO₄ Ácido sulfúrico

IAP Instituto Ambiental do Paraná

IBAMA Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IQA Índice de qualidade do ar

kPa Quilo pascal, unidade de pressão atmosférica

LACTEC Instituto de Tecnologia Para o Desenvolvimento

mm milímetros N° Número NH_3 Amônia

NO Monóxido de nitrogênio NO₂ Dióxido de nitrogênio

NO_x Óxidos de nitrogênio, entende-se como soma de NO + NO₂

O₃ Ozônio

OECD Organização para a Cooperação e Desenvolvimento

OMS Organização Mundial da Saúde

P Pressão

PAR Estação automática praça Ouvidor Pardinho

PI Partículas inaláveis

PM10 Partículas até 10 µm de diâmetro que corresponde à fração inalável das

partículas totais em suspensão

ppm partes por milhão

PTS Partículas totais em suspensão

RADG Radição global

REPAR Refinaria Presidente Getúlio Vargas RMC ou RM Região metropolitana de Curitiba

RPR Estação automática da refinaria presidente Getúlio Vargas

SC Estação manual Santa Casa SEM Estação manual Seminário

SEMA Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos

SO₂ Dióxido de enxofre

SO₃ Trióxido de enxofre ou óxido sulfúrico

SS Estação manual São Sebastião STC Estação automática Santa Cândida

TEMP Temperatura

UEG Estação automática doada pela Usina Elétrica a Gás de Araucária

UMID Umidade

UTM Sistema de coordenadas cartesianas bidimensional Universal Transversa de

Mercator

VV Velocidade do vento

μg Micro-grama, um milionésimo de um grama

µg/m³ Micro-grama por metro cúbico, concentração gravimétrica do poluente no ar

° C Unidade de temperatura graus Celsius

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	QUALIDADE DO AR	11
2.1.	Principais poluentes atmosféricos	11
2.2.	Padrões de qualidade do ar	14
2.3.	Índice de qualidade do ar	16
2.4.	Efeitos da poluição atmosférica	18
3.	REDE DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR DE CURITIBA E REGIÁ	ίC
MET	ROPOLITANA	19
3.1.	Tipos de rede	19
3.1.1	. Rede manual	19
3.1.2	Rede automática	20
3.2.	Metodologia de monitoramento	23
3.3.	Metodologia de tratamento dos dados	24
3.4.	Abrangência do monitoramento	26
4.	QUALIDADE DO AR DE CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA	28
4.1.	Aspectos gerais de Curitiba e região metropolitana	28
4.1.1	. Condições meteorológicas – 2014	30
4.2.	Resultados	34
4.2.1	. Partículas totais em suspensão (PTS)	34
4.2.2	Partículas inaláveis (PI)	39
4.2.3	S. Fumaça	42
4.2.4	Dióxido de enxofre (SO ₂)	43
4.2.5	. Monóxido de carbono (CO)	48
4.2.6	i. Ozônio (O ₃)	50
4.2.7	. Dióxido de nitrogênio (NO ₂)	54
4.3.	Registro de violações aos padrões primários	59
5.	GESTÃO DA QUALIDADE DO AR	63
5.1.	Levantamento das fontes emissoras	63
5.2.	Controle das fontes móveis	64
5.3.	Controle das fontes fixas	65
5.4.	Inventario Estadual de Emissões Atmosféricas dos Poluentes MP, CO, NO _x e SO _x	66
5.5.	Planejamento de metas e medidas a serem adotadas	69
6.	CONCLUSÃO	71
7.	REFERÊNCIAS	73
APÊ	NDICE 1 – Variação da média diária dos poluentes SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ , CO, PI e PTS	75
APÊ	NDICE 2 – Plumas de Poluição	79
APÊI QUA	NDICE 3 – COORDENADAS GEOGRÁFICAS E UTM DAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO [LIDADE DO AR DE CURITIBA E RM)A 8:3

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Resolução CONAMA Nº 05/1989, que dispõe sobre o monitoramento da qualidade do ar, é responsabilidade dos estados o estabelecimento de Programas Estaduais de Controle da Poluição do Ar. Assim, o objetivo principal deste relatório é apresentar o diagnóstico da qualidade do ar no Estado do Paraná a partir dos dados obtidos pela rede de monitoramento da qualidade do ar instaladas na RMC. Além dos dados obtidos no ano de 2014, são discutidas as tendências históricas para diversos poluentes amostrado no decorrer dos últimos anos.

Desde a década de 80, o Instituto Ambiental do Paraná - IAP mantém a rede de monitoramento da qualidade do ar para avaliar os níveis da poluição atmosférica em diferentes escalas de abrangência em Curitiba e região metropolitana. Inicialmente, o monitoramento era realizado exclusivamente por cinco estações manuais. Em 1998, foi iniciado o monitoramento automático que, além de permitir o monitoramento de um número maior de poluentes, permitiu também, o acompanhamento em tempo real dos resultados obtidos. A partir do ano 2000 houve uma expansão da rede automática que, em 2014, contou com oito estações automáticas e três estações manuais localizadas nos municípios de Araucária, Colombo e 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 na página do IAP.

2. QUALIDADE DO AR

2.1. Principais poluentes atmosféricos

Conforme define a Resolução CONAMA Nº 03/90, considera-se poluentes atmosféricos "qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da

comunidade".

Quando o poluente atmosférico é emitido diretamente pela fonte de emissão, ele é denominado poluente primário, como é o caso do monóxido de carbono (CO), monóxido de nitrogênio (NO) e dióxido de enxofre (SO₂). Geralmente, concentrações altas de poluentes primários são registradas nas proximidades das fontes emissoras.

Outro tipo de poluente é formado na atmosfera através da reação química entre poluentes e/ou constituintes naturais na atmosfera, ou seja, não é emitido diretamente por uma fonte. Neste caso, chama-se de poluente secundário. É o caso do ozônio (O₃), da maior parte do dióxido de nitrogênio (NO₂) e de certas partículas muito finas. No caso de poluentes secundários, não podemos prever facilmente onde serão registradas altas concentrações. Em geral, problemas com poluentes secundários abrangem uma área maior do que no caso de poluentes primários.

Cabe ressaltar que, mesmo mantidas as emissões, a qualidade do ar pode sofrer alterações em função das condições meteorológicas que determinam a dispersão dos poluentes. Em função disso, durante os meses de inverno observa-se uma elevação da concentração de monóxido de carbono, material particulado e dióxido de enxofre em função das condições meteorológicas serem desfavoráveis à dispersão dos poluentes. Já nos meses de primavera e verão, observa-se o aumento da concentração de poluentes secundários, como o ozônio, os quais dependem de fatores como intensidade de luz solar para serem formados.

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

Tabela 1 - Fontes e características dos principais poluentes na atmosfera

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

Fonte: CETESB, 2014.

2.2. Padrões de qualidade do ar

A Resolução CONAMA Nº 03/90 define os padrões de qualidade do ar como "as concentrações de poluentes atmosféricos que ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral".

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

A Portaria Normativa IBAMA № 348, de 14/03/90 e a Resolução CONAMA № 03/90, estabelecem os padrões nacionais de qualidade do ar. A Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná (SEMA) confirma estes padrões através da Resolução SEMA № 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 (SO₂), monóxido de carbono (CO), ozônio (O₃) e dióxido de nitrogênio (NO₂).

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

Para uma proteção maior existe o padrão secundário. O padrão secundário de qualidade do ar define legalmente as concentrações abaixo das quais se prevê,

baseado no conhecimento científico atual, o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Este padrão pode ser entendido como o nível máximo desejado de concentração de poluentes, constituindo-se em meta de longo prazo.

Para todos os poluentes há um padrão de curto prazo (padrão primário) e outro que se aplica para longo prazo (prazo secundário), exceto para o ozônio. Os padrões de curto tempo consideram os efeitos irritantes e agudos dos poluentes, enquanto aqueles de longo tempo consideram os efeitos acumuladores e crônicos. Os efeitos de curto prazo geralmente são reversíveis enquanto os de longo prazo não são.

Os padrões nacionais de qualidade do ar, estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 03/90 estão descritos na Tabela 2.

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

Poluente	Tempo de amostragem	Padrão primário (µg/m³)¹	Padrão secundário (μg/m³)¹
Partículas totais em suspensão (PTS)	24 horas 1 ano²	240³ 80	150³ 60
Fumaca	24 horas	150³	100³
Fumaça	1 ano ²	60	40
Partículas inaláveis (PI)	24 horas	150³	150³
raiticulas ilialaveis (FI)	1 ano ²	50	50
Dióxido de enxofre (SO ₂)	24 horas	365³	100³
Dioxido de enxone (30 ₂)	1 ano ²	80	40
Monóxido de carbono (CO)	1 hora	40.000³	40.000³
Morioxido de Carborio (CO)	8 horas	10.000³	10.000³
Ozônio (O ₃)	1 hora	160³	160³
Dióxido de nitrogênio (NO ₂)	1 hora	320	190
Dioxido de Hitiogerilo (NO2)	1 ano²	100	100

Nota:

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.

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.

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 № 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	17.000¹	34.000 ²	46.000³
Ozônio (O ₃)	1 hora	400	800	1.000
Dióxido de nitrogênio (NO ₂)	1 hora	1.130	2.260	3.000

Nota:

2.3. Índice de qualidade do ar

Para facilitar a divulgação da informação sobre a qualidade do ar e, ao mesmo tempo, padronizar todas as substâncias em uma única escala, utilizamos o índice de qualidade do ar (IQA). O índice é uma ferramenta matemática obtido através de uma função linear segmentada, onde os pontos de inflexão são os padrões de qualidade do ar (Tabela 2) e os níveis de atenção, alerta e emergência (Tabela 3). Para cada concentração medida, a função atribui um valor para o índice, que é um número adimensional. Por definição, ao nível do padrão primário é atribuído um índice de 100, o de atenção equivale a um índice de 200, o nível de alerta a 300 e o nível de emergência a 400. Por exemplo: se analisarmos uma média horária de ozônio de 160

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.

μg/m³, 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/m³, o índice correspondente seria 50. Este índice também é utilizado para classificar a qualidade do ar em seis categorias, de boa até crítica conforme classificação da Tabela 4. Para efeito de divulgação, é utilizado o índice mais elevado dentre os poluentes medidos em cada estação. Portanto, a qualidade do ar em cada estação é determinada pelo pior caso dentre os poluentes monitorados no período avaliado.

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

•	abeia 4 - C	PM10	ou da que	CO CO	NO ₂	SO ₂	Fumaça	PTS	ai - i&A
Qualidade	Índice	(a/m3)		(nnm)				(a/m3)	Significado
Qualidade	indice	(μg/m³)	(μg/m³)	(ppm)	(μg/m³)	(μg/m³)	(μg/m³)	(μg/m³)	Significado
		24h	1h	8h	1h	24h	24h	24h	
Воа	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: CETESB, 2014

2.4. Efeitos da poluição atmosférica

O intenso desenvolvimento econômico das últimas décadas tem agravado as questões socioambientais vivenciadas pela humanidade. Entre estas questões, ganha destaque a poluição atmosférica que, segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), foi responsável pela morte de sete milhões de pessoas no mundo em 2012, ou seja, uma em cada oito mortes foi resultado da exposição à poluição do ar(OMS, 2014).

Os efeitos da poluição atmosférica são numerosos e diversos, estendendo-se dos toxicológicos aos econômicos. Nos seres humanos, os poluentes atmosféricos normalmente entram no organismo através das vias respiratórias, podendo causar danos aos pulmões e a todo o sistema respiratório. De acordo com a *Organisation for Economic Co-operation and Development* (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento - OECD) estima-se que até 2050, se nenhuma medida de combate à poluição for tomada, a principal causa de morte, com exceção de doenças crônicas não evitáveis, estará relacionada a complicações cardiorrespiratórias devidas à má qualidade do ar, principalmente a poluentes como o material particulado e o ozônio troposférico, superando as mortes por malária, consumo de água insalubre e falta de saneamento básico (OECD, 2012).

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

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

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

3.1. Tipos de rede

3.1.1. Rede manual

A rede manual começou a operar no ano de 1985 com cinco estações que analisavam os poluentes PTS, Fumaça, SO₂ e NH₃ (médias diárias). Duas delas ainda operam, fornecendo médias diárias: Santa Casa (SC) e Colombo (COL). A estação São Sebastião (SS) foi desativada em fevereiro de 2013 e realocada como CSN-PR423 no mesmo período. A estação Seminário também foi desativada, em abril de 2013. Estas estações foram desativadas em virtude de estarem localizadas em regiões onde há estações automáticas em operação.

Em 2014, a rede manual foi composta por três estações fixas, conforme Tabela 5.

Tabela 5 – Configuração das estações manuais de monitoramento da qualidade do ar

Estação	Vocacional	Localização	Parâmetros							
		PTS	PI	SO ₂	vv	DV				
SC (Santa Casa)	Centro	Rua André de Barros esquina com Rua Alferes Poli, Centro, Curitiba.	X		X					
COL (Colombo)	Industrial	Rua José Cavassim, № 100, Colombo, Curitiba.	Х	X						
CSN-PR423	Industrial	Rodovia do Xisto, BR-476, № 5005, Chapada, Araucária.			X					

3.1.2. Rede automática

A rede automática de monitoramento da qualidade do ar teve início no ano de 1998, com a instalação de duas estações automáticas em Curitiba: a estação CIC (CIC) e a estação Santa Cândida (STC), as quais monitoram parâmetros químicos e meteorológicos. No inicio de 2000 foi instalada a primeira estação automática em Araucária (ASS), também equipada para o monitoramento de parâmetros meteorológicos e químicos (NO₂, O₃, SO₂ e PTS). Em setembro de 2001 entrou em operação a estação automática no bairro do Boqueirão (BOQ) e em agosto de 2002, outras duas estações automáticas entraram em operação: uma em Curitiba, próxima ao Centro, na Praça Ouvidor 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.

Em 2014, a rede automática foi composta por oito estações automáticas fixas, conforme Tabela 6.

No ano de 2014 entraram em operação mais duas novas estações automáticas, instaladas nas cidades de Castro e Pirai do Sul. Os dados destas estações serão apresentados em relatório separado neste ano, fazendo parte deste relatório a partir de 2015.

Tabela 6 – Configuração das estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar

Estação	Vocacional	Localização	Parâmetros												
			SO ₂	O ₃	NO/NO ₂	СО	PTS	PI	HCT/CH₄	UMID	TEMP	VV	DV	Р	RADG
воо	Bairro	Rua Prof. ^a Maria de Assumpção, Nº 2590, Boqueirão, Curitiba.	x	x		X	X	x				X	x	Х	
CIC	Industrial	Rua Senador Accioly Filho, Nº 3400, Cidade Industrial de Curitiba, Curitiba.	X	X	X	X	X	Х	X	X	X	X	X	х	X
PAR	Centro	Rua Getúlio Vargas esquina com Rua Nunes Machado, Centro, Curitiba.	X	X	х	X	X	X				X	X	Х	Х
STC	Bairro	Rua Estrada das Olarias, Nº 1081, Santa Cândida, Curitiba.	X	X	X					X	X	X	X	X	X
ASS	Industrial	Rua Nossa Senhora dos Remédios, Centro Social São Francisco de Assis, Fazenda Velha, Araucária.	X	X	Х		×			Х	Х	X	X	X	Х
CSN	Industrial	Rodovia do Xisto, BR- 476, Nº 5005, Chapada, Araucária.	Х	Х	Х		X	Х		Х	Х	Х	Х	X	
RPR	Industrial	Rua das Andorinhas, Nº 151, Capela Velha, Araucária.	x	X	х	X	X	x		х	Х	x	X		Х
UEG	Industrial e Centro	Rua Guilherme da Mota Correia esquina com Rodovia do Xisto, BR- 476, Centro, Araucária.	X	X	x	Х		X		Х	X	X	X	X	Х

No mapa da Figura 1 estão localizadas as estações automáticas (indicadas em azul) e manuais (indicadas em laranja) dos municípios de Curitiba, Araucária e Colombo. No Apêndice 3 estão listadas as coordenadas geográficas e UTM das estações de monitoramento da qualidade do ar que compõem a rede de monitoramento de Curitiba e região metropolitana.

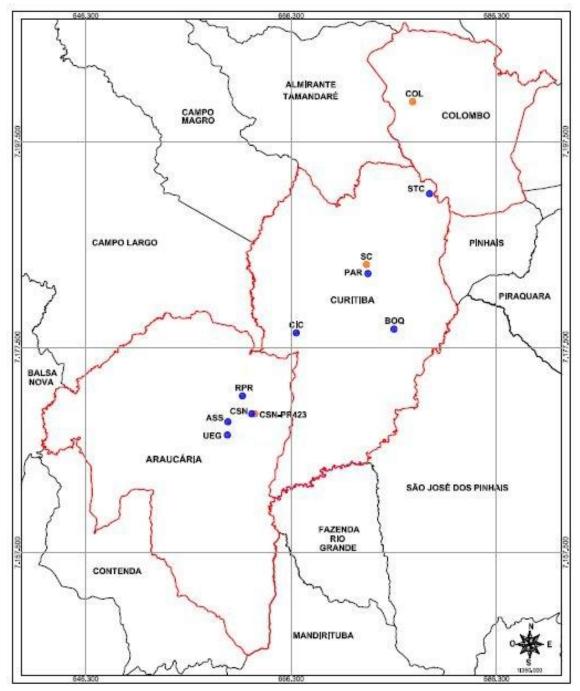


Figura 1 - Localização das estações de monitoramento da qualidade do ar de Curitiba e região metropolitana. Em azul, as estações automáticas e em laranja, as estações manuais

3.2. Metodologia de monitoramento

O objetivo do controle da poluição atmosférica é baseado em três princípios: a proteção e a prevenção contra os comprovados impactos adversos e a motivação ética, que é o prazer de viver em um ambiente limpo e saudável. O instrumento central deste controle é o monitoramento da qualidade do ar, o qual é realizado através de estações de monitoramento, as quais podem ser manuais ou automáticas. Cada estação automática possui equipamentos que analisam parâmetros químicos e parâmetros meteorológicos instantaneamente. As estações manuais, no entanto, possuem apenas equipamentos responsáveis pela coleta de amostras de ar, por exemplo, coleta de PTS em filtro e posterior análise em laboratório. Assim, diariamente um técnico visita as estações manuais para instalar um filtro novo e recolher o filtro usado para posterior análise laboratorial. As estações manuais podem desta forma, fornecer médias diárias de poluentes atmosféricos e com estas médias calcula-se a média anual.

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

Os princípios de medição utilizados para medição dos diversos parâmetros amostrados pelas estações automáticas e manuais estão descritos na Tabela 7.

Tabela 7 - Métodos de medição

	ouos de medição					
Rede	Parâmetro	Método				
	Partículas inaláveis	Radiação Beta				
	Partículas totais em suspensão	Radiação Beta				
Rede automática	Dióxido de enxofre	Fluorescência de pulso				
	Óxidos de nitrogênio	Quimiluminescência				
	Monóxido de carbono	Infravermelho não dispersivo				
	Ozônio	Ultravioleta				
	Partículas inaláveis	Gravimétrico / amostrador de grandes volumes acoplado a um separador inercial				
Rede manual	Partículas totais em suspensão	Gravimétrico / amostrador de grandes volumes				
	Dióxido de enxofre	Cromatografia iônica/amostrador passivo				

3.3. Metodologia de tratamento dos dados

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

Os critérios de representatividade dos dados utilizados pelo IAP e considerados no processamento dos dados são descritos na Tabela 8.

Tabela 8 - Critério de representatividade dos dados gerados

Intervalo de tempo	Critério de representatividade
Média horária	½ das medidas válidas na hora
Média de oito horas	seis médias horárias válidas.
Média diária	2/3 das médias horárias válidas no dia
Média mensal	2/3 das médias diárias válidas no mês
Quadrimestral	$\frac{1}{2}$ das médias diárias válidas para os quadrimestres janeiro-
Quanimosital	abril, maio-agosto e setembro-dezembro
Média anual	todas as três médias quadrimestrais válidas

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

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

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

3.4. Abrangência do monitoramento

Baseando-se na Diretiva Europeia 1999/30/CE, verificamos que Curitiba e região metropolitana, por comportarem uma população entre 2,75 e 3,75 milhões, deveriam contar com três a sete pontos de monitoramento da qualidade do ar em função do grau de comprometimento da bacia aérea. Atualmente, Curitiba e região metropolitana conta com oito estações automáticas e três estações manuais, totalizando 11 estações de monitoramento da qualidade do ar.

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

- Fornecerem dados em áreas, dentro das zonas e aglomerações, nas quais é provável que a população esteja direta ou indiretamente exposta aos níveis mais elevados durante um período significativo em relação ao período de amostragem dos valores limites;
- Fornecerem dados sobre os níveis em outras áreas, dentro das zonas e aglomerações, que sejam representativas da exposição da população em geral.

Em outras palavras, pode-se dizer que as estações de monitoramento devem fornecer dados de três tipos de áreas de impacto:

- Industrial: onde se esperam violações em áreas dominadas por emissões industriais, fontes fixas.
- Centro: onde se esperam violações em áreas dominadas por emissões do tráfego, fontes móveis.
- Bairro: onde mora a maior parte da população e 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 9.

Tabela 9 – Monitoramento da qualidade do ar nas áreas industrial, centro e bairro

	Nº de monitores nas	Nº de Monitores nas Áreas				
Poluente	estações de monitoramento (Final de 2014)	Industrial	Industrial e centro	Centro	Bairro	
PTS	8	5	0	2	1	
Fumaça	0	0	0	0	0	
PI	6	3	1	1	1	
SO ₂	9	4	1	2	2	
СО	5	2	1	1	1	
O ₃	7	3	1	1	2	
NO, NO ₂ e NO _x	7	4	1	1	1	

No ano de 2014 a rede de monitoramento da qualidade do ar de Curitiba e região metropolitana contou com suas onze estações, sendo oito estações automáticas e três manuais. Embora o número de estações se encontre suficiente em relação à Diretiva Europeia, é importante que sejam complementadas para a medição da maior parte dos parâmetros indicados na Legislação.

4. QUALIDADE DO AR DE CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA

Os resultados obtidos no monitoramento da qualidade do ar no ano de 2014 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. Estes gráficos evidenciam a dependência das concentrações dos poluentes oriundos de processos regulares como, por exemplo, o tráfego de automóveis ou a radiação solar.

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

4.1. Aspectos gerais de Curitiba e região metropolitana

Criada em 1973, a região metropolitana de Curitiba (RMC) é constituída por 29 municípios e é a oitava região metropolitana mais populosa do Brasil, com 3.223.836 habitantes, concentrando 31 % da população do Estado do Paraná em uma área de 16.581 km² (COMEC, 2015). A capital do Estado, Curitiba, concentra cerca de 1.864.416 habitantes em uma área de 435 km², o que caracteriza uma densidade demográfica de 4.027 hab/km² (IBGE, 2015). Além de Curitiba, existem outros seis municípios na RMC com uma população acima de 100.000 habitantes: São José dos Pinhais, Colombo, Pinhais, Almirante Tamandaré, Araucária e Campo Largo.

De acordo com o Inventario Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes (MP, CO, NOx e SOx) (GRAUER, 2013), realizado de acordo com o banco de dados do IAP e com o banco de dados da prefeitura municipal de Curitiba, no Paraná há 1.415 empresas com 2.898 fontes monitoradas e 7.816 medições realizadas nestas fontes. As atividades industriais, o tráfego motorizado e as queimadas a céu aberto são as maiores fontes antropogênicas de emissões e merecem, portanto, a nossa atenção. De fato, o tráfego, também chamado de fontes móveis, é a fonte predominante em todos os grandes centros urbanos atualmente. De acordo com o

DETRAN-PR (2015), a frota motorizada no Paraná contou no ano de 2014 com 6.489.289 veículos, o que significa um aumento de 5,1 % em relação ao ano de 2013. Só na capital já temos 1.406.049 veículos motorizados, chegando a quase 75 veículos por 100 habitantes, o que corresponde a um aumento de 7,2 % em relação ao ano de 2013. No Gráfico 1, podemos verificar a evolução dos veículos automotores na capital paranaense.

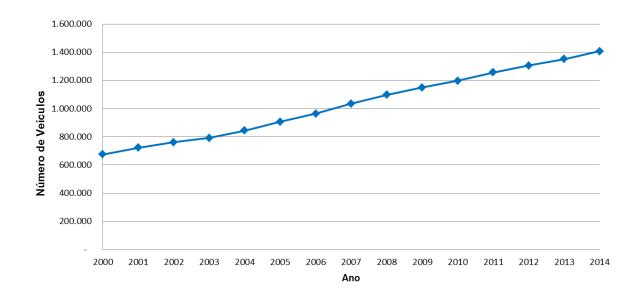


Gráfico 1 - Evolução dos veículos automotores em Curitiba nos últimos quinze anos Fonte: DETRAN-PR, 2015

Comparando as emissões industriais, as chamadas fontes fixas, com as emissões de tráfego, podemos considerar dois pontos essencialmente diferentes. Primeiro, o número de veículos é muito maior do que o número de indústrias. É mais difícil controlar um grande número de pequenos poluidores do que controlar alguns grandes poluidores. O segundo fator é que a maioria das indústrias está localizada fora do perímetro urbano e lançam seus efluentes gasosos através de chaminés na atmosfera, a uma distância da população, enquanto os veículos liberam os poluentes geralmente nos centros urbanos, praticamente a uma altura que possibilita a inalação direta pelos seres humanos. Logo, temos a convicção de que, para melhorar a qualidade do ar nas cidades, devemos priorizar a redução das emissões veiculares.

4.1.1. Condições meteorológicas – 2014

A região metropolitana de Curitiba está localizada no primeiro planalto do Estado do Paraná, com um clima subtropical e úmido. Os invernos são brandos com geadas ocasionais e temperaturas mínimas de aproximadamente – 3 °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, fevereiro) e menor no inverno (junho, julho, agosto). Na média são registradas chuvas de 150 mm/mês no verão e 80 mm/mês no inverno. Os ventos vêm geralmente do leste, como demonstrado no Gráfico 2.

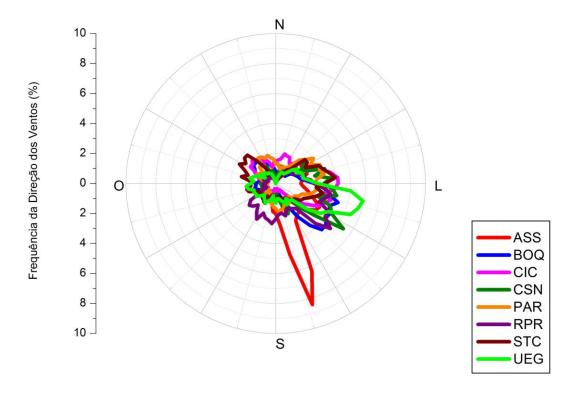


Gráfico 2 - Direção do vento em Curitiba e região metropolitana no ano de 2014

A velocidade do vento e a estabilidade térmica da atmosfera são os parâmetros mais importantes para avaliar as condições de dispersão dos poluentes. Boas condições de dispersão significam que os poluentes estão sendo dispersos pelos

mecanismos de transporte, evitando assim uma acumulação dos mesmos próximos às fontes de emissão. Se as condições estão desfavoráveis à dispersão, observamos essa acumulação, que resulta em altas concentrações dos poluentes, que muitas vezes ultrapassam os padrões estabelecidos. É importante lembrar este detalhe quando interpretamos os resultados do monitoramento, pois uma concentração menor do que a apresentada no ano anterior, para certo poluente, não significa necessariamente que foram lançados menos poluentes para a atmosfera. Este fato pode ser causado pelas condições mais favoráveis à dispersão.

No Gráfico 3 podemos observar como foram as condições de dispersão no período de janeiro a dezembro de 2014, considerando os dados meteorológicos coletados na região metropolitana de Curitiba e utilizando as classes de estabilidade atmosférica de Pasquill. Entende-se como condição favorável, a soma das classes A, B e C de Pasquill. A condição neutra equivale à classe D e a condição desfavorável à classe E de Pasquill. Podemos observar que nos meses de março a setembro as condições desfavoráveis à dispersão prevaleceram, enquanto no restante do ano, encontramos geralmente condições favoráveis à dispersão.

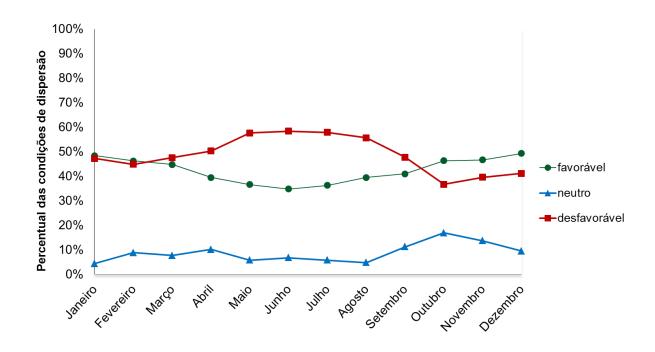


Gráfico 3 – Condições de dispersão em Curitiba e região metropolitana no ano de 2014

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

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

Para verificarmos melhor como se comportou o clima no ano de 2014, no Gráfico 4 visualizamos a média da precipitação mensal acumulada registrada nos últimos 11 anos (no período de 2004 a 2014), representada no gráfico pelas barras azuis, e a precipitação mensal acumulada em 2014, representada pelas linhas contínuas em azul escuro. Os números indicados acima da linha azul escuro informam o número de dias em 2014 em que foram registradas precipitações. Observamos que geralmente os períodos mais frios apresentam os menores volumes de chuva do ano. Os meses de junho e setembro registraram índice pluviométrico acima do histórico. Já os meses de junho e agosto registraram índice pluviométrico abaixo do registrado no histórico.

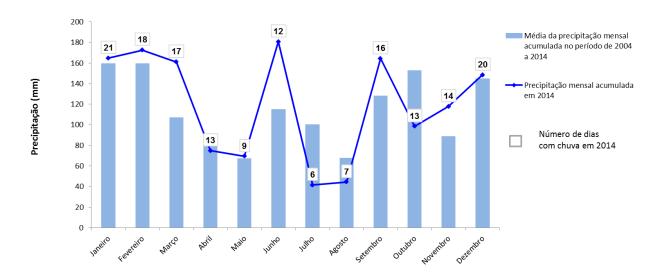


Gráfico 4 – Comparação da precipitação mensal acumulada no ano de 2014 com a média da precipitação mensal acumulada no período de 2004 a 2014

No Gráfico 5 podemos acompanhar o histórico das temperaturas máximas registradas no período de 2003 a 2014. No gráfico, as barras representam a média das temperaturas máximas registradas no período e a linha indica a temperatura máxima registrada em 2014. Observamos que os meses de janeiro, fevereiro e outubro registraram temperaturas máximas acima do histórico. Correlacionando com a precipitação, janeiro e fevereiro foram os meses mais quentes e os que registraram mais dias com chuva. Consequentemente, foram os meses com maior volume de chuva registrada.

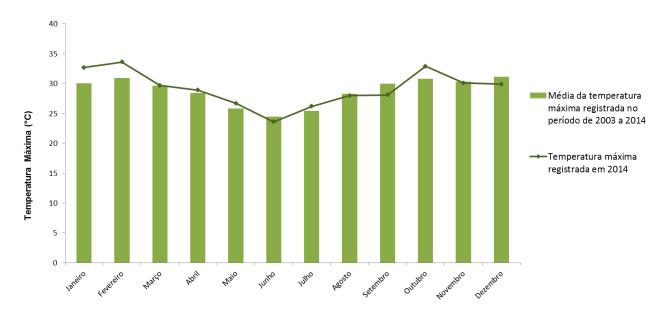


Gráfico 5 – Comparação da temperatura máxima registrada no ano de 2014 com a média da temperatura máxima registrada no período de 2003 a 2014

4.2. Resultados

4.2.1. Partículas totais em suspensão (PTS)

Em 2014, o poluente PTS foi monitorado em Curitiba, nas estações automáticas BOQ, PAR e CIC e na estação manual SC. Em Araucária, as PTS foram monitoradas nas estações automáticas ASS, CSN e RPR e, na cidade de Colombo, na estação manual COL, conforme descrito nas Tabelas 10 e 11.

Tabela 10 - Resultados do monitoramento de PTS nas estações manuais

Monitoramento de PTS no ano de 2014							
PTS*	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)						
Estação:	BOA: 38	REGULAR: 87	INAD	EQUADA: 30	MÁ: 15	PÉSSIMA: 1	
Colombo (COL)	Média anual: 139 μg/m³						
Disponibilidade 24h:	Média diária máxima: 646 μg/m³ (em 21 de agosto de 2014) Nº de ultrapassagens das médias diárias: 46						
46,8 %							
PTS*	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)						
Estação:	BOA: 77	REGULAR: 6	51	INADEQUADA	: 1 MÁ: ()	
Santa Casa (SC)	Média anual: 74 μg/m³ Média diária máxima: 242 μg/m³ (em 03 de julho de 2014)						
Disponibilidade 24h:							
38,1 %	Nº de ultrapassagens das médias diárias: uma (1)						

^{*}Não atende ao critério de representatividade.

Tabela 11 - Resultados do monitoramento de PTS nas estacões automáticas

Monitoramento de PTS nas estações automaticas Monitoramento de PTS no ano de 2014							
	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)						
PTS*	BOA: 61	REGULAR: 18	INADEQUADA: 0	MÁ: 0			
Estação: Assis (ASS)	Média anual: 54 μg/m³ Média diária máxima: 189 μg/m³ (em 11 de agosto de 2014)						
Disponibilidade 24h:							
21,6 %	Nº de ultrapassager	de ultrapassagens das médias diárias: zero					
PTS	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)						
Estação:	BOA: 337	REGULAR: 7	INADEQUADA: 0	MÁ: 0			
Boqueirão (BOQ)	Média anual: 20 μg/m³						
Disponibilidade 24h:	Média diária máxima: 109 μg/m³ (em 02 de julho de 2014)						
94,2 %	Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero						
PTS		Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)					
Estação:	BOA: 240	REGULAR: 30	INADEQUADA: 0	MA: 0			
CIC (CIC)	Média anual: 40 μg/m³ Média diária máxima: 188 μg/m³ (em 02 de julho de 2014)						
Disponibilidade 24h: 74,0 %							
PTS*	Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero						
Estação:	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)						
CSN (CSN)	BOA: 82 REGULAR: 35 INADEQUADA: 0 MÁ: 0						
Disponibilidade 24h:	Média anual: 60 µg/m³ Média diária máxima: 210 µg/m³ (am 22 de agosto de 2014)						
32,1 %	Média diária máxima: 219 μg/m³ (em 22 de agosto de 2014) Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero						
PTS	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)						
Estação:	BOA: 333	REGULAR: 2	INADEQUADA: 0	MÁ: 0			
Ouvidor Pardinho	Média anual: 20 µg/m³						
(PAR)	Média diária máxima: 99 μg/m³ (em 04 de julho de 2014)						
Disponibilidade 24h:	Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero						
91,8 %							
PTS	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)						
Estação:	BOA: 281	REGULAR: 27	INADEQUADA: 0	MÁ: 0			
REPAR (RPR)	Média anual: 33 μg/m³						
Disponibilidade 24h:	Média diária máxima: 166 μg/m³ (em 07 de agosto de 2014)						
84,4 %	Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero						

^{*}Não atende ao critério de representatividade.

Nas estações automáticas não foram registradas violações ao padrão primário. Todos os dias foram classificados com qualidade do ar **boa** ou **regular**. Em 2014, apenas as estações automáticas ASS e CSN não atenderam ao critério de representatividade anual para o poluente PTS.

As estações manuais COL e SC não atenderam ao critério de representatividade anual. Mesmo assim, os dias monitorados em Colombo apresentaram uma piora em relação a 2013 e nesta estação foi registrado o maior número de violações para este poluente em toda Curitiba e região metropolitana: 30 violações classificadas como **inadequada**, 15 classificadas como **má** e uma classificada como **péssima**, ou seja, o padrão diário da qualidade do ar de 240 µg/m³,

estabelecido para este poluente, foi ultrapassado 46 vezes em 2014. Em 2013 foram registradas 32 violações do padrão diário estabelecido. Isso significa um aumento de 43 % nas violações. O Gráfico 6 representa o histórico de violações ao padrão primário desde que a estação de Colombo entrou em operação.

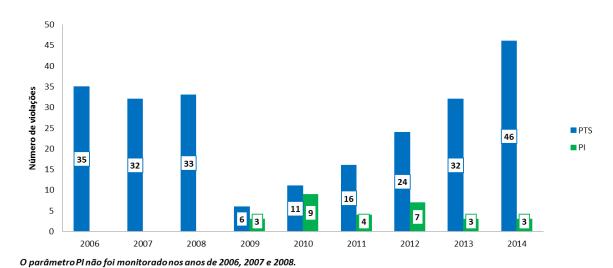
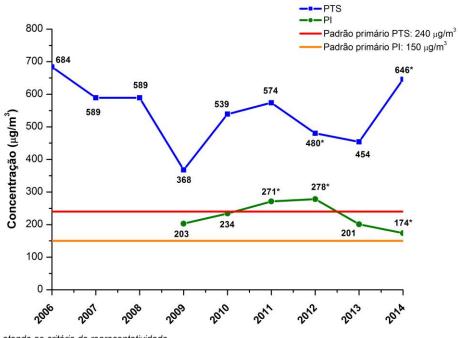


Gráfico 6 – Histórico de violações ao padrão primário para os poluentes PTS e PI registrados na estação Colombo durante os anos de 2006 a 2014

Além disso, a média diária máxima registrada em 2013, na estação de COL para as PTS, foi de 454 μ g/m³. Em 2014, foi de 646 μ g/m³, representando um aumento de 42 %. No Gráfico 7 podemos observar o histórico.

No Gráfico 8, observamos as classificações das médias diárias do poluente PTS no ano de 2014, registradas na estação manual localizada no município de Colombo.



*Não atende ao critério de representatividade O parâmetro PI não foi monitorado nos anos 2006, 2007 e 2008.

Gráfico 7 – Histórico das médias diárias máximas para os poluentes PTS e PI registradas na estação Colombo durante os anos de 2006 a 2014

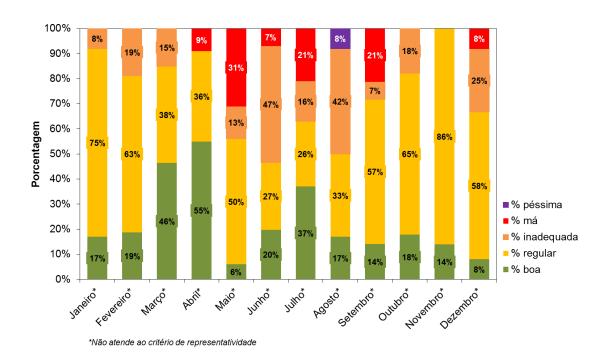
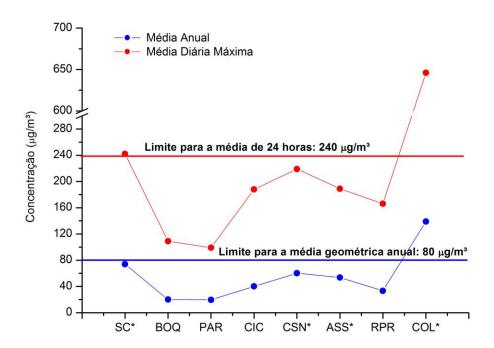


Gráfico 8 - Classificação das médias diárias para o poluente PTS na estação Colombo no ano de 2014

A estação manual SC, apesar de não ter atendido ao critério de representatividade anual em 2014, apresentou, em comparação a 2013, um leve aumento nas concentrações de PTS. Foi registrada uma violação ao padrão de 240 $\mu g/m^3$ em 2014, e a média diária máxima, que em 2013 foi de 155 $\mu g/m^3$, aumentou para 242 $\mu g/m^3$, o que representa um acréscimo de 56 %.

A maior média geométrica anual registrada dentre todas as estações de monitoramento e que atende ao critério de representatividade anual foi de $40 \,\mu g/m^3$ na estação automática CIC localizada na Cidade Industrial de Curitiba, ficando abaixo do limite da média anual de $80 \,\mu g/m^3$ (Gráfico 9).

Comparando as médias anuais representativas registradas para o poluente PTS do ano de 2014 com as registradas no ano de 2013, observa-se uma redução das médias anuais registradas em 2014.



*Não atende ao critério de representatividade

Gráfico 9 - Comportamento do poluente PTS em Curitiba e região metropolitana no ano de 2014

4.2.2. Partículas inaláveis (PI)

As partículas inaláveis (PI) foram monitoradas em três estações de monitoramento na cidade de Curitiba, estações BOQ, CIC e PAR, duas na cidade de Araucária, estações RPR e UEG e uma na cidade de Colombo, estação manual COL. Os resultados da classificação das médias diárias, as médias diárias máximas e a média anual estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Resultados do monitoramento de PI										
Monitoramento de PI no ano de 2014										
PI		ções das médias di	árias (janeiro – dezeml							
Estação:	BOA: 335	REGULAR: 5	INADEQUADA: 0	MÁ: 0						
Boqueirão (BOQ)	Média anual: 14	μg/m³								
Disponibilidade 24h:		Média diária máxima: 63 μg/m³ (em 03 de julho de 2014).								
93,2%	Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero									
PI*	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)									
Estação:	BOA: 154	REGULAR: 17	INADEQUADA: 0	MÁ: 0						
CIC (CIC)	Média anual: 31 µg/m³									
Disponibilidade 24h:			10 de outubro de 2014)							
46,8 %		igens das médias diá								
PI**			árias (janeiro – dezeml							
Estação:	BOA: x	REGULAR: x	INADEQUADA: x	MÁ: x						
CSN (CSN)	Média anual: x									
Disponibilidade 24h:	Média diária máxima: x									
0,0%		Nº de ultrapassagens das médias diárias: x								
PI			árias (janeiro – dezeml							
Estação:	BOA: 317	REGULAR: 6	INADEQUADA: 0	MÁ: 0						
	Ouvidor Pardinho Média anual: 15 μg/m³									
(PAR)	Média diária máxima: 58 μg/m³ (em 11 de outubro de 2014).									
Disponibilidade 24h:	Nº de ultrapassa	igens das médias diá	rias: zero							
88,5 % PI	NO do classifica	voões das módias di	árias (janeiro – dezeml	hro)						
Estação:	BOA: 303	REGULAR: 25	INADEQUADA: 0	MÁ: 0						
REPAR (RPR)			INADEQUADA. U	IVIA. U						
Disponibilidade 24h:	Média anual: 25 μg/m³ Média diária máxima: 86 μg/m³ (em 07 de agosto de 2014).									
89,9 %										
PI	Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)									
Estação:	BOA: 314	REGULAR: 14	INADEQUADA: 0	MÁ: 0						
UEG (UEG)	Média anual: 19		IIII/IDEQU/ID/I.	IVII 1. U						
Disponibilidade 24h:	Média diária máxima: 95 μg/m³ (em 13 de maio de 2014).									
89,9 %										
PI*			árias (janeiro – dezeml	bro)						
Estação:	BOA: 113	REGULAR: 57		MÁ: 0						
Colombo (COL)	Média anual: 45									
Disponibilidade 24h:	Média diária máxima: 174 μg/m³ (em 21 de agosto de 2014).									
47,4 %	Nº de ultrapassagens das médias diárias: três (3)									

^{*} Não atende ao critério de representatividade.

^{**} Equipamento em manutenção no ano de 2014

Em 2014, apenas a estação automáticas CIC e a estação manual COL não atenderam ao critério de representatividade anual para o poluente PI.

A estação UEG, localizada nas proximidades de uma das rodovias de intenso tráfego de veículos do município de Araucária, apresentou todas as médias diárias classificadas como **boa** ou **regular** não sendo observadas violações ao padrão primário de qualidade do ar no ano de 2014 (Gráfico 10). Além disso, em comparação com os dados registrados em 2013, houve uma redução de 11,2 % na média anual (21 μg/m³ em 2013), porém um aumento de 18,7 % na média diária máxima (80 μg/m³ em 2013), no ano de 2014.

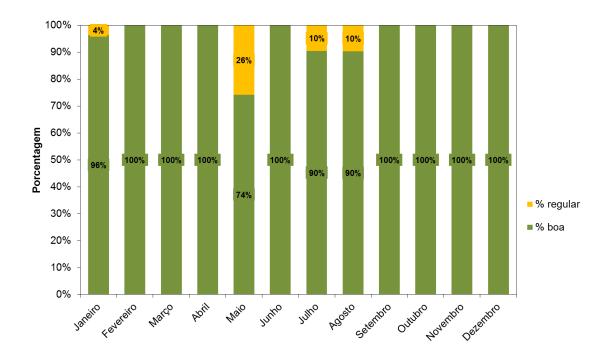


Gráfico 10 - Classificação das médias diárias para o poluente PI na estação automática UEG no ano de 2014

No Gráfico 11 podemos observar que em Curitiba, todo o período avaliado apresentou classificação **boa** e **regular**, com médias anuais de 14 μg/m³ na estação BOQ e 15 μg/m³ na estação PAR, valores estes abaixo do padrão anual de 50 μg/m³ estabelecido na Resolução do CONAMA № 03/90 e abaixo dos valores obtidos em 2013. Para as estações localizadas em Curitiba não foram registradas violações ao padrão primário estabelecido para as médias de 24 horas, de 150 μg/m³.

Na cidade de Araucária foram registradas médias anuais de 25 µg/m³ na

estação RPR e 19 μg/m³ na estação UEG. Estes valores também estão abaixo do padrão anual de 50 μg/m³ e abaixo dos valores registrados em 2013. Para as médias de 24 horas não foram verificadas violações (Gráfico 11 e Tabela 12).

No município de Colombo, a estação manual COL registrou média anual de 45 μg/m³, valor este abaixo do padrão anual de 50 μg/m³. Entretanto, a estação não registrou dados suficientes para atender aos critérios de representatividade anual, não sendo possível comparar com os dados históricos. Para as médias de 24 horas foram verificadas violações em três dias na estação COL (Gráfico 11 e Tabela 12).

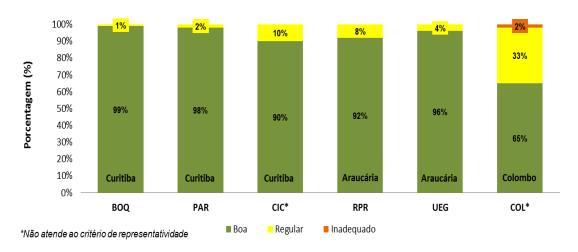
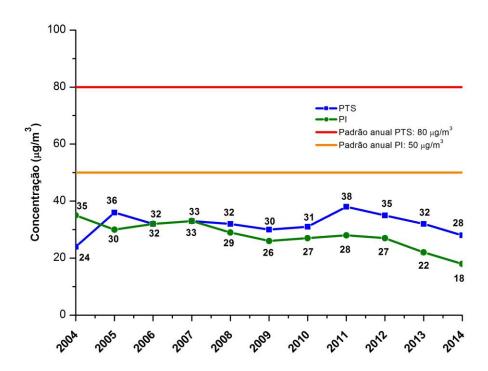


Gráfico 11 - Classificação das médias diárias para o poluente PI nas estações de monitoramento em 2014

O Gráfico 12 representa a evolução das concentrações médias anuais para as partículas totais em suspensão (PTS) e partículas inaláveis (PI) no período de 2004 a 2014, monitoradas nas estações automáticas da região metropolitana de Curitiba. Para compor o gráfico foram consideradas apenas as médias anuais que atenderam ao critério de representatividade apresentado na Tabela 8, ou seja, a estação que apresentou média anual não representativa não foi considerada para calcular a média das médias anuais do ano avaliado de toda a rede de monitoramento.



Base: todas as estações automáticas com representatividade anual em 2014.

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

Em 2004 apenas a estação PAR monitorou o parâmetro PTS.

Gráfico 12 – Evolução das concentrações médias anuais para os poluentes PTS e PI no período de 2004 a 2014 monitoradas nas estações automáticas de Curitiba e região metropolitana

4.2.3. Fumaça

O poluente fumaça foi monitorado em três localidades no ano de 2010: uma na cidade de Curitiba, na estação Santa Casa (SC), e duas em Araucária, nas estações Seminário (SEM) e São Sebastião (SS). No período de 2011 a 2014 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 13 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.

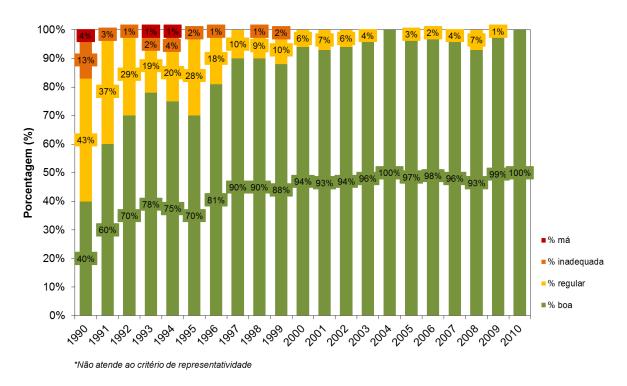


Gráfico 13 - Classificação das médias diárias para o poluente fumaça na estação Santa Casa de 1990 a 2010

4.2.4. Dióxido de enxofre (SO₂)

O dióxido de enxofre, SO₂, é a substância com o maior número de pontos monitorados em Curitiba e região metropolitana. Este parâmetro foi monitorado em nove estações de monitoramento no ano de 2014, sendo sete automáticas e duas manuais. As classificações das médias diárias, médias anuais e as médias diárias máximas estão apresentadas na Tabela 13 para as estações automáticas e na Tabela 14 para as estações manuais.

Tabela 13 - Resultados do monitoramento de SO₂ nas estações automáticas									
Monitoramento de SO ₂ no ano de 2014									
SO ₂	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)								
Estação:	BOA: 364	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0	MÁ: 0					
Assis (ASS)	Média anual: 4	μg/m³							
Disponibilidade 24h:	Média diária má	xima: 28 µg/m³ (em	19 de fevereiro de 201	(4)					
99,7 %		agens das médias dia							
SO ₂ *	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)								
Estação:	BOA: 197	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0	MÁ: 0					
Boqueirão (BOQ)	Média anual: 1	μg/m³							
Disponibilidade 24h:	Média diária máxima: 29 μg/m³ (em 22 de junho de 2014)								
54,0 %	Nº de ultrapassa	Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero							
SO ₂ **	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)								
Estação:	BOA: x	REGULAR: x	INADEQUADA: x	MÁ: x					
CIC (CIC)	Média anual: x			•					
Disponibilidade 24h:	Média diária má	ixima: x							
0,0 %	Nº de ultrapassa	agens das médias dia	árias: x						
SO ₂			iárias (fevereiro – de	zembro)					
Estação:	BOA: 307		INADEQUADA: 1	MÁ: 0					
CSN (CSN)	Média anual: 23	β μg/m³		•					
Disponibilidade 24h:	Média diária máxima: 395 μg/m³ (em 04 de janeiro de 2014)								
89,0 %	Nº de ultrapassagens das médias diárias: uma (1)								
SO ₂ *	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)								
302	I IN de classifica	açoes das medias d	iárias (janeiro – deze	embro)					
SO₂" Estação:	BOA: 255	REGULAR: 0	iárias (janeiro – deze INADEQUADA: 0	mbro) MÁ: 0					
Estação: Ouvidor Pardinho		REGULAR: 0							
Estação: Ouvidor Pardinho (PAR)	BOA: 255 Média anual: 2	REGULAR: 0 µg/m³							
Estação: Ouvidor Pardinho (PAR) Disponibilidade 24h:	BOA: 255 Média anual: 2 Média diária má	REGULAR: 0 µg/m³	INADEQUADA: 0 04 de junho de 2014)						
Estação: Ouvidor Pardinho (PAR) Disponibilidade 24h: 69,9 %	BOA: 255 Média anual: 2 Média diária má Nº de ultrapassa	REGULAR: 0 µg/m³ ixima: 17 µg/m³ (em agens das médias dia	INADEQUADA: 0 04 de junho de 2014) árias: zero	MÁ: 0					
Estação: Ouvidor Pardinho (PAR) Disponibilidade 24h: 69,9 % SO ₂	BOA: 255 Média anual: 2 Média diária má Nº de ultrapass: Nº de classifica	REGULAR: 0 µg/m³ ixima: 17 µg/m³ (em agens das médias dia ações das médias d	INADEQUADA: 0 04 de junho de 2014) árias: zero iárias (janeiro – deze	MÁ: 0					
Estação: Ouvidor Pardinho (PAR) Disponibilidade 24h: 69,9 % SO ₂ Estação:	BOA: 255 Média anual: 2 Média diária má Nº de ultrapassa Nº de classifica BOA: 340	REGULAR: 0 µg/m³ ixima: 17 µg/m³ (em agens das médias dia ações das médias d REGULAR: 1	INADEQUADA: 0 04 de junho de 2014) árias: zero	MÁ: 0					
Estação: Ouvidor Pardinho (PAR) Disponibilidade 24h: 69,9 % SO ₂ Estação: REPAR (RPR)	BOA: 255 Média anual: 2 Média diária má Nº de ultrapassa Nº de classifica BOA: 340 Média anual: 1	REGULAR: 0 µg/m³ ixima: 17 µg/m³ (emagens das médias dia ações das médias d REGULAR: 1 µg/m³	INADEQUADA: 0 04 de junho de 2014) árias: zero iárias (janeiro – deze INADEQUADA: 0	embro) MÁ: 0					
Estação: Ouvidor Pardinho (PAR) Disponibilidade 24h: 69,9 % SO ₂ Estação: REPAR (RPR) Disponibilidade 24h:	BOA: 255 Média anual: 2 Média diária má Nº de ultrapassa Nº de classifica BOA: 340 Média anual: 1 Média diária má	REGULAR: 0 µg/m³ axima: 17 µg/m³ (em agens das médias dia ações das médias d REGULAR: 1 µg/m³ axima: 84 µg/m³ (em	INADEQUADA: 0 04 de junho de 2014) árias: zero iárias (janeiro – deze INADEQUADA: 0 17 de fevereiro de 201	embro) MÁ: 0					
Estação: Ouvidor Pardinho (PAR) Disponibilidade 24h: 69,9 % SO ₂ Estação: REPAR (RPR) Disponibilidade 24h: 93,4%	BOA: 255 Média anual: 2 Média diária má Nº de ultrapassa Nº de classifica BOA: 340 Média anual: 1 Média diária má Nº de ultrapassa	REGULAR: 0 µg/m³ axima: 17 µg/m³ (em agens das médias dia ações das médias d REGULAR: 1 µg/m³ axima: 84 µg/m³ (em agens das médias dia	INADEQUADA: 0 04 de junho de 2014) árias: zero iárias (janeiro – deze INADEQUADA: 0 17 de fevereiro de 201 árias: zero	mbro) MÁ: 0					
Estação: Ouvidor Pardinho (PAR) Disponibilidade 24h: 69,9 % SO ₂ Estação: REPAR (RPR) Disponibilidade 24h: 93,4% SO ₂ *	BOA: 255 Média anual: 2 Média diária má Nº de ultrapassa Nº de classifica BOA: 340 Média anual: 1 Média diária má Nº de ultrapassa Nº de classifica	REGULAR: 0 µg/m³ axima: 17 µg/m³ (em agens das médias dia ações das médias d REGULAR: 1 µg/m³ axima: 84 µg/m³ (em agens das médias dia ações das médias dia ações das médias dia	INADEQUADA: 0 04 de junho de 2014) árias: zero iárias (janeiro – deze INADEQUADA: 0 17 de fevereiro de 201 árias: zero iárias (janeiro – deze	embro) MÁ: 0 MÁ: 0					
Estação: Ouvidor Pardinho (PAR) Disponibilidade 24h: 69,9 % SO ₂ Estação: REPAR (RPR) Disponibilidade 24h: 93,4% SO ₂ * Estação:	BOA: 255 Média anual: 2 Média diária má Nº de ultrapassa Nº de classifica BOA: 340 Média anual: 1 Média diária má Nº de ultrapassa Nº de classifica BOA: 281	REGULAR: 0 µg/m³ axima: 17 µg/m³ (em agens das médias da ações das médias da REGULAR: 1 µg/m³ axima: 84 µg/m³ (em agens das médias da ações das médias da REGULAR: 0	INADEQUADA: 0 04 de junho de 2014) árias: zero iárias (janeiro – deze INADEQUADA: 0 17 de fevereiro de 201 árias: zero	embro) MÁ: 0 MÁ: 0					
Estação: Ouvidor Pardinho (PAR) Disponibilidade 24h: 69,9 % SO ₂ Estação: REPAR (RPR) Disponibilidade 24h: 93,4% SO ₂ * Estação: Santa Cândida	BOA: 255 Média anual: 2 Média diária má Nº de ultrapassa Nº de classifica BOA: 340 Média anual: 1 Média diária má Nº de ultrapassa Nº de classifica BOA: 281 Média anual: 1	REGULAR: 0 µg/m³ axima: 17 µg/m³ (em agens das médias dia ações das médias d REGULAR: 1 µg/m³ axima: 84 µg/m³ (em agens das médias dia ações das médias dia ações das médias d REGULAR: 0 µg/m³	INADEQUADA: 0 04 de junho de 2014) árias: zero iárias (janeiro – deze INADEQUADA: 0 17 de fevereiro de 201 árias: zero iárias (janeiro – deze INADEQUADA: 0	embro) MÁ: 0 MÁ: 0					
Estação: Ouvidor Pardinho (PAR) Disponibilidade 24h: 69,9 % SO ₂ Estação: REPAR (RPR) Disponibilidade 24h: 93,4% SO ₂ * Estação: Santa Cândida (STA)	BOA: 255 Média anual: 2 Média diária má Nº de ultrapass: Nº de classifica BOA: 340 Média anual: 1 Média diária má Nº de ultrapass: Nº de classifica BOA: 281 Média anual: 1 Média diária má	REGULAR: 0 µg/m³ ixima: 17 µg/m³ (emagens das médias dia regular: 1 µg/m³ ixima: 84 µg/m³ (emagens das médias dia regular: 1 µg/m³ ixima: 84 µg/m³ (emagens das médias dia regular: 0 µg/m³ ixima: 4 µg/m³ (em 1	INADEQUADA: 0 04 de junho de 2014) árias: zero iárias (janeiro – deze INADEQUADA: 0 17 de fevereiro de 201 árias: zero iárias: janeiro – deze INADEQUADA: 0 6 de maio de 2014)	embro) MÁ: 0 MÁ: 0					
Estação: Ouvidor Pardinho (PAR) Disponibilidade 24h: 69,9 % SO ₂ Estação: REPAR (RPR) Disponibilidade 24h: 93,4% SO ₂ * Estação: Santa Cândida (STA) Disponibilidade 24h:	BOA: 255 Média anual: 2 Média diária má Nº de ultrapass: Nº de classifica BOA: 340 Média anual: 1 Média diária má Nº de ultrapass: Nº de classifica BOA: 281 Média anual: 1 Média diária má	REGULAR: 0 µg/m³ axima: 17 µg/m³ (em agens das médias dia ações das médias d REGULAR: 1 µg/m³ axima: 84 µg/m³ (em agens das médias dia ações das médias dia ações das médias d REGULAR: 0 µg/m³	INADEQUADA: 0 04 de junho de 2014) árias: zero iárias (janeiro – deze INADEQUADA: 0 17 de fevereiro de 201 árias: zero iárias: janeiro – deze INADEQUADA: 0 6 de maio de 2014)	embro) MÁ: 0 MÁ: 0					
Estação: Ouvidor Pardinho (PAR) Disponibilidade 24h: 69,9 % SO ₂ Estação: REPAR (RPR) Disponibilidade 24h: 93,4% SO ₂ * Estação: Santa Cândida (STA) Disponibilidade 24h: 77,0 %	BOA: 255 Média anual: 2 Média diária má Nº de ultrapassi BOA: 340 Média anual: 1 Média diária má Nº de ultrapassi Nº de classifica BOA: 281 Média anual: 1 Média diária má Nº de ultrapassi BOA: 281	REGULAR: 0 µg/m³ axima: 17 µg/m³ (em agens das médias dia ações das médias d REGULAR: 1 µg/m³ axima: 84 µg/m³ (em agens das médias dia ações das médias dia agens das médias dia agens das médias dia axima: 4 µg/m³ (em 1) agens das médias dia	INADEQUADA: 0 04 de junho de 2014) árias: zero iárias (janeiro – deze INADEQUADA: 0 17 de fevereiro de 201 árias: zero iárias (janeiro – deze INADEQUADA: 0 6 de maio de 2014) árias: zero	mbro) MÁ: 0					
Estação: Ouvidor Pardinho (PAR) Disponibilidade 24h: 69,9 % SO ₂ Estação: REPAR (RPR) Disponibilidade 24h: 93,4% SO ₂ * Estação: Santa Cândida (STA) Disponibilidade 24h: 77,0 % SO ₂	BOA: 255 Média anual: 2 Média diária má Nº de ultrapassi BOA: 340 Média anual: 1 Média diária má Nº de ultrapassi Nº de classifica BOA: 281 Média anual: 1 Média diária má Nº de ultrapassi BOA: 281 Média diária má Nº de ultrapassi Nº de classifica	REGULAR: 0 µg/m³ axima: 17 µg/m³ (em agens das médias dia ações das médias d REGULAR: 1 µg/m³ axima: 84 µg/m³ (em agens das médias dia ações das médias d REGULAR: 0 µg/m³ axima: 4 µg/m³ (em 1) agens das médias dia ações das médias dia ações das médias dia ações das médias dia	INADEQUADA: 0 04 de junho de 2014) árias: zero iárias (janeiro – deze INADEQUADA: 0 17 de fevereiro de 201 árias: zero iárias (janeiro – deze INADEQUADA: 0 6 de maio de 2014) árias: zero iárias: zero iárias (janeiro – deze iárias: zero	embro) embro) MÁ: 0 embro) MÁ: 0					
Estação: Ouvidor Pardinho (PAR) Disponibilidade 24h: 69,9 % SO ₂ Estação: REPAR (RPR) Disponibilidade 24h: 93,4% SO ₂ * Estação: Santa Cândida (STA) Disponibilidade 24h: 77,0 % SO ₂ Estação:	BOA: 255 Média anual: 2 Média diária má Nº de ultrapassa BOA: 340 Média anual: 1 Média diária má Nº de ultrapassa Nº de classifica BOA: 281 Média anual: 1 Média diária má Nº de ultrapassa Nº de classifica BOA: 281 Média diária má Nº de ultrapassa Nº de classifica BOA: 338	REGULAR: 0 µg/m³ axima: 17 µg/m³ (em agens das médias di ações das médias d REGULAR: 1 µg/m³ axima: 84 µg/m³ (em agens das médias di ações das médias d ações das médias d ações das médias d ações das médias d Axima: 4 µg/m³ (em 1 agens das médias d ações das médias d REGULAR: 0 REGULAR: 0	INADEQUADA: 0 04 de junho de 2014) árias: zero iárias (janeiro – deze INADEQUADA: 0 17 de fevereiro de 201 árias: zero iárias (janeiro – deze INADEQUADA: 0 6 de maio de 2014) árias: zero iárias: zero iárias (janeiro – deze iárias: zero	mbro) MÁ: 0					
Estação: Ouvidor Pardinho (PAR) Disponibilidade 24h: 69,9 % SO ₂ Estação: REPAR (RPR) Disponibilidade 24h: 93,4% SO ₂ * Estação: Santa Cândida (STA) Disponibilidade 24h: 77,0 % SO ₂ Estação: UEG (UEG)	BOA: 255 Média anual: 2 Média diária má Nº de ultrapassa BOA: 340 Média anual: 1 Média diária má Nº de ultrapassa Nº de classifica BOA: 281 Média anual: 1 Média diária má Nº de ultrapassa Nº de classifica BOA: 281 Média anual: 1 Média diária má Nº de ultrapassa Nº de classifica BOA: 338 Média anual: 2	REGULAR: 0 µg/m³ axima: 17 µg/m³ (em agens das médias di ações das médias d REGULAR: 1 µg/m³ axima: 84 µg/m³ (em agens das médias di ações das médias d ações das médias d	INADEQUADA: 0 04 de junho de 2014) árias: zero iárias (janeiro – deze INADEQUADA: 0 17 de fevereiro de 201 árias: zero iárias (janeiro – deze INADEQUADA: 0 6 de maio de 2014) árias: zero iárias (janeiro – deze INADEQUADA: 0	embro) MÁ: 0 MÁ: 0 MÁ: 0 MÁ: 0 MÁ: 0					
Estação: Ouvidor Pardinho (PAR) Disponibilidade 24h: 69,9 % SO ₂ Estação: REPAR (RPR) Disponibilidade 24h: 93,4% SO ₂ * Estação: Santa Cândida (STA) Disponibilidade 24h: 77,0 % SO ₂ Estação:	BOA: 255 Média anual: 2 Média diária má Nº de ultrapassa BOA: 340 Média anual: 1 Média diária má Nº de ultrapassa Nº de ultrapassa Nº de classifica BOA: 281 Média anual: 1 Média diária má Nº de ultrapassa Média diária má Nº de ultrapassa Média anual: 2 Média diária má Média anual: 2 Média diária má	REGULAR: 0 µg/m³ axima: 17 µg/m³ (em agens das médias di ações das médias d REGULAR: 1 µg/m³ axima: 84 µg/m³ (em agens das médias di ações das médias d ações das médias d	INADEQUADA: 0 04 de junho de 2014) árias: zero iárias (janeiro – deze INADEQUADA: 0 17 de fevereiro de 201 árias: zero iárias (janeiro – deze INADEQUADA: 0 6 de maio de 2014) árias: zero iárias (janeiro – deze INADEQUADO: 0 17 de janeiro – deze	embro) MÁ: 0 MÁ: 0 MÁ: 0 MÁ: 0 MÁ: 0					

^{*}Não atende ao critério de representatividade.
** Equipamento em manutenção no ano de 2014

Tabela 14 Resultados do monitoramento de 002 has estagoes mandais								
	Monitoramento de SO ₂ no ano de 2014							
SO ₂ *	Nº de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro)							
Estação:	BOA: 140	REGULAR: 1	INADEQUADA: 0	MÁ: 0				
Santa Casa (SC)	Média anual: 2 µg/m³							
Disponibilidade 24h:	Média diária máxima: 190 μg/m³ (em 23 de janeiro de 2014)							
38,6 %	Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero							
SO ₂ *	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)							
Estação:	BOA: 180	REGULAR: 1	INADEQUADA: 0	MÁ: 0				
CSN-PR423	Média anual: 7 μg/m³							
(CSN-PR423)	Média diária máxima: 163 μg/m³ (em 18 de fevereiro de 2014)							
Disponibilidade 24h:	Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero							
49.6 %								

Tabela 14 - Resultados do monitoramento de SO₂ nas estações manuais

As estações automáticas BOQ, PAR e STA não atenderam ao critério de representatividade anual para o poluente SO₂, assim como as estações manuais SC e CSN-PR423.

Em Curitiba todas as médias diárias obtidas na rede automática em 2014 enquadraram-se na classificação **boa**. Apenas uma classificação **regular** foi registrada na estação manual Santa Casa. As médias anuais, apresentadas nas Tabelas 13 e 14, mantiveram-se bem abaixo do limite do padrão anual de 80 μg/m³, estabelecido na Resolução do CONAMA № 03/90. Este resultado segue a tendência já observada no ano de 2013.

Para a cidade de Araucária observamos neste período que a maior parte, aproximadamente 94,46 %, dos dias monitorados permaneceram na condição **boa**. 17 dias foram classificados como **regular** e em apenas um dia o padrão primário de qualidade do ar de 365 μg/m³ foi ultrapassado.

Verificou-se também um decréscimo considerável na média anual da estação CSN, localizada em Araucária: em 2013 a média anual foi de 40 μ g/m³ e em 2014, 23 μ g/m³, ou seja, foi registrada uma diminuição de 44 %.

No Gráfico 14 podemos observar as médias anuais e as concentrações máximas registradas em todas as estações de monitoramento para o poluente SO₂.

^{*}Não atende ao critério de representatividade.

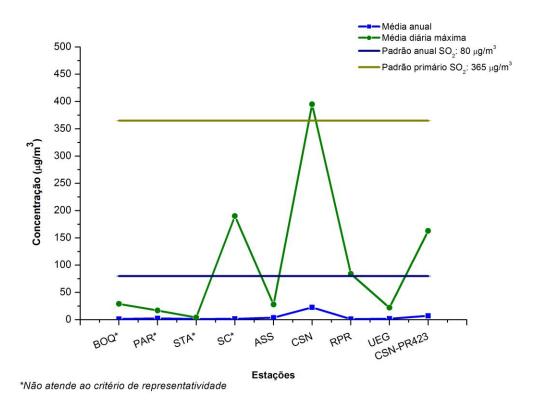
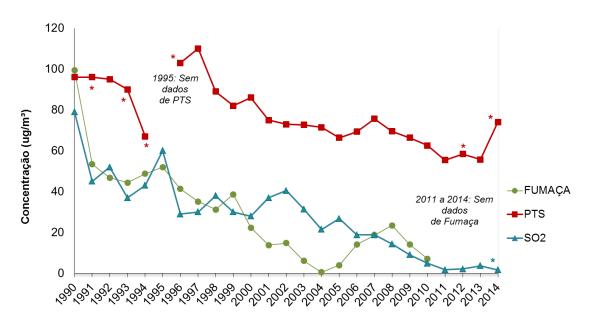


Gráfico 14 - Médias anuais e médias diárias máximas para o poluente SO_2 em Curitiba e região metropolitana no ano de 2014

Analisando o Gráfico 14, podemos observar a diferença das concentrações de SO₂ nas regiões monitoradas. Na cidade de Curitiba observamos concentrações bem abaixo dos padrões, tanto para as médias diárias quanto para as médias anuais. Na cidade de Araucária observamos concentrações mais altas principalmente para as médias de 24 horas, indicando as diferenças regionais: uma caracterizada pela emissão urbana, predominando as emissões veiculares e a outra com emissões provenientes de fontes fixas, as emissões industriais.

Para verificarmos a evolução da concentração dos poluentes SO₂, fumaça e PTS, em função do tempo, são apresentadas no Gráfico 15 as concentrações destes poluentes nos últimos 24 anos. Podemos observar que estes poluentes, considerados primários, emitidos diretamente pela fonte emissora, apresentam uma diminuição progressiva de suas emissões nos últimos 7 anos. Em relação a estes poluentes essa melhora aconteceu em função de três fatores principais. Uma importante ação foi o maior controle das fontes fixas por parte das indústrias, com vista à legislação especifica do Paraná (Resolução SEMA № 041/02, Resolução SEMA № 054/06 e

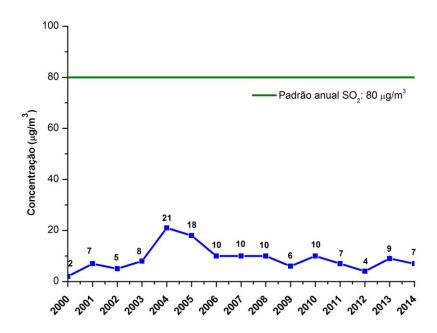
Resolução SEMA Nº 016/14). Outro fator foi a melhoria das tecnologias dos veículos a combustão e em específico à redução do teor de enxofre dos combustíveis, tanto industrial como automotivo.



* Não atende ao critério de representatividade

Gráfico 15 - Médias anuais para os poluentes SO_2 , fumaça e PTS no período de 1990 a 2014 na estação Santa Casa

No Gráfico 16 está representada a evolução das concentrações médias anuais para o dióxido de enxofre no período de 2000 a 2014, 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 8, ou seja, a estação que apresentou média anual não representativa não foi considerada para calcular a média das médias anuais do ano avaliado.



Base: todas as estações automáticas com representatividade anual em 2014. Exceção: BOQ, CIC, PAR e STC.

Gráfico 16 – Evolução das concentrações médias anuais para o poluente SO₂ no período de 2000 a 2014 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e região metropolitana

4.2.5. Monóxido de carbono (CO)

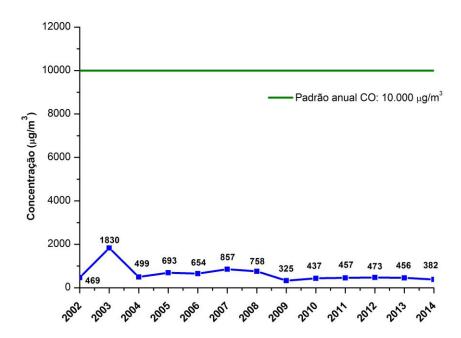
As concentrações de CO foram registradas em cinco estações, sendo três em Curitiba, estações BOQ, CIC e PAR, e duas em Araucária, estações RPR e UEG. A Tabela 15 apresenta os resultados e as classificações das médias de 8 horas e as médias máximas de 8 horas no período.

Comparando os dados de 2014 com o ano anterior, observa-se um aumento da média máxima de 8 horas registrada na estação RPR, localizada em Araucária: de 2.320 $\mu g/m^3$ em 2013 para 3.544 $\mu g/m^3$ em 2014, o que representa um acréscimo de 53 %. Já na estação PAR, em Curitiba, observou-se uma redução de 41 %: a média máxima de 8 horas passou de 3.574 $\mu g/m^3$ em 2013 para 2.119 $\mu g/m^3$ em 2014.

Tabela 15 - Resultados do monitoramento de CO

	Monitoramento de CO no ano de 2014								
CO	Nº de classificações das médias para 8 horas (janeiro – dezembro)								
Estação:	BOA: 1.063	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0 MÁ: 0						
Boqueirão (BOQ)	Média máxima 8	horas: 3.990 µg/m³	(em 03 de julho de 2014, das 16 às 23	h)					
Disponibilidade 8h:									
97,1 %	Nº de ultrapassagens das médias de 8 horas: zero								
CO	Nº de classificações das médias para 8 horas (janeiro – dezembro)								
Estação:	BOA: 1.077	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0 MÁ: 0						
CIC (CIC)	Média máxima 8	horas: 4.346 µg/m³	(em 04 de julho de 2014, das 16 às 23	h)					
Disponibilidade 8h:									
98,4 %		gens das médias de							
CO	Nº de classificaç	Nº de classificações das médias para 8 horas (janeiro – dezembro)							
Estação:	BOA: 964	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0 MÁ: 0						
Ouvidor Pardinho	Média máxima 8 horas: 2.119 μg/m³ (em 07 de maio de 2014, das 00 às 08 h)								
(PAR)									
Disponibilidade 8h:	Nº de ultrapassagens das médias de 8 horas: zero								
88,0 %									
CO			ara 8 horas (janeiro – dezembro)						
Estação:	BOA: 1.022	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0 MA: 0						
REPAR (RPR)	Média máxima 8 horas: 3.544 μg/m³ (em 01 de setembro de 2014, das 16 às								
Disponibilidade 8h:	23h)								
93,3 %	Nº de ultrapassagens das médias de 8 horas: zero								
CO	Nº de classificações das médias para 8 horas (janeiro – dezembro)								
Estação:	BOA: 1.004	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0 MÁ: 0						
UEG (UEG)	Media maxima 8	horas: 2.3/6 μg/m³	(em 03 de julho de 2014, das 16 às 23	, n)					
Disponibilidade 8h:	NO 1 1	1 / 1							
91,7 %	Nº de ultrapass	agens das médias	de 8 horas: zero						

O Gráfico 17 apresenta a evolução das concentrações médias anuais para o monóxido de carbono no período de 2002 a 2014, 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 8, ou seja, a estação que apresentou média anual não representativa não foi considerada para calcular a média das médias anuais do ano avaliado.



Base: todas as estações automáticas com representatividade anual em 2014. Exceção: CSN.

Gráfico 17 – Evolução das concentrações médias anuais para o poluente CO no período de 2002 a 2014 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e região metropolitana

4.2.6. Ozônio (O₃)

As concentrações de O₃ foram registradas em sete estações, sendo três em Curitiba, estações BOQ, PAR e STC, e quatro em Araucária, estações ASS, UEG, CSN e RPR. A Tabela 16 apresenta os resultados e as classificações das médias horárias e as médias horárias máximas no período.

Tabela 16 - Resultados do monitoramento de O₃

Monitoramento de O ₃ no ano de 2014							
O ₃	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)						
Estação:	BOA: 8.182 REGULAR: 493 INADEQUADA: 2 MÁ: 1						
Assis (ASS)	Média horária máxima: 234 µg/m³ (em 06 de fevereiro de 2014, das 13 às 14 h)						
Disponibilidade 1h:	Nº de ultrapassagens das médias horárias: três (3)						
99,1 %	an an apaccagene due mediac nordinaction (e)						
O ₃	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)						
Estação:	BOA: 8.104 REGULAR: 351 INADEQUADA: 1 MÁ: 0						
Boqueirão (BOQ)	Média horária máxima: 165 μg/m³ (em 17 de dezembro de 2014, das 14 às 15 h)						
Disponibilidade 1h:	Nº de ultrapassagens das médias horárias: uma (1)						
96,5 %							
O ₃ **	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)						
Estação:	BOA: x REGULAR: x INADEQUADA: x MÁ: x						
CIC (CIC)	Média horária máxima: x						
Disponibilidade 1h: 0,0 %	Nº de ultrapassagens das médias horárias: x						
O ₃	Nº de classificações das médias horárias (janeiro − dezembro)						
Estação:	BOA: 8.142 REGULAR: 126 INADEQUADA: 2 MÁ: 0						
CSN (CSN)	Média horária máxima: 174 μg/m³ (em 06 de fevereiro de 2014, das 13 às 14 h)						
Disponibilidade 1h:	Nº de ultrapassagens das médias horárias: duas (2)						
94,4%							
O ₃	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)						
Estação:	BOA: 7.923 REGULAR: 238 INADEQUADA: 0 MÁ: 0						
Ouvidor Pardinho	Média horária máxima: 125 μg/m³ (em 30 de janeiro de 2014, das 09 às 10 h)						
(PAR)	Nº de ultrapassagens das médias horárias: zero						
Disponibilidade 1h:							
93,2 % O ₃	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)						
Estação:	BOA: 7.033 REGULAR: 63 INADEQUADA: 0 MÁ: 0						
REPAR (RPR)	Média horária máxima: 110 μg/m³ (em 29 de outubro de 2014, das 13 às14 h)						
Disponibilidade 1h:	Nº de ultrapassagens das médias horárias: zero						
81,0 %	The de disapassagene das modicio nordinas. 2010						
O ₃ *	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)						
Estação:	BOA: 6.631 REGULAR: 246 INADEQUADA: 0 MÁ: 0						
Santa Cândida	Média horária máxima: 152 μg/m³ (em 17 de janeiro de 2014, das 14 às 15 h)						
(STC)	Nº de ultrapassagens das médias horárias: zero						
Disponibilidade 1h:							
78,5 %	NO do algorificaçãos dos mádios havários (ignairo, dozembro)						
O₃ Estação:	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro) BOA: 8.176 REGULAR: 130 INADEQUADA: 1 MÁ: 0						
UEG (UEG)	Média horária máxima: 166 μg/m³ (em 06 de fevereiro de 2014, das 13 às14 h)						
Disponibilidade 1h:	Nº de ultrapassagens das médias horárias: uma (1)						
94,8%	Trace amapassagens das medias noranas. uma (1)						

^{*}Não atende ao critério de representatividade.

A única estação que, em 2014, não atendeu ao critério de representatividade anual para o poluente O_3 foi a estação STC em virtude do período em que ficou desativada para a realização de reformas em sua estrutura física.

No Gráfico 18, podemos observar o histórico das violações ao padrão primário estabelecido para o ozônio na resolução, equivalente a 160 μg/m³, registrado no

^{**} Equipamento em manutenção no ano de 2014

período de 2000 a 2014. Em 2014 foram registradas sete violações no total, das quais seis classificaram a qualidade do ar como **inadequada** e uma como **má**, o que significa que a concentração horária de ozônio neste dia atingiu o intervalo de 400 a 800 μg/m³.

Em relação à média horária máxima registrada em 2014, observou-se uma elevação nos valores registrados quando comparados aos valores registrados em 2013 nas estações ASS (37 %), UEG (37 %), BOQ (42 %) e principalmente CSN (93 %).

A RM de Curitiba apresenta um alto potencial de formação de ozônio troposférico, o qual resulta de reações entre poluentes induzidos pela luz. Este processo é conhecido como smog fotoquímico e tem como principais precursores, os poluentes de origem veicular, como óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos totais. A formação do ozônio próximo à superfície é extremamente influenciada pelas condições meteorológicas, como variação da nebulosidade, quantidade de radiação solar incidente, altas temperaturas, transporte atmosférico de precursores, bem como transporte do próprio ozônio de uma região para outra (CETESB, 2013).

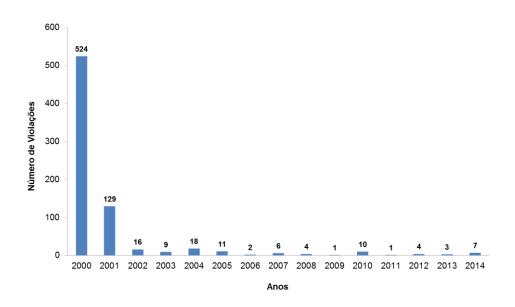


Gráfico 18 - Histórico das violações ao padrão primário estabelecido para o poluente O_3 , registradas no período de 2000 a 2014

O Gráfico 19 demonstra as classificações para o O_3 nos meses de janeiro a dezembro de 2014 da estação ASS em Araucária, estação onde houve o maior

número de classificações regulares de toda a rede de monitoramento, além de três violações ao padrão primário.

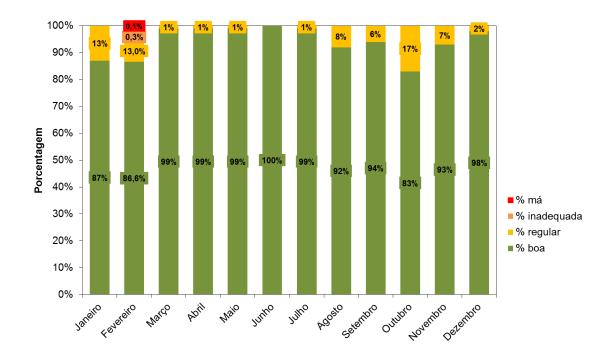
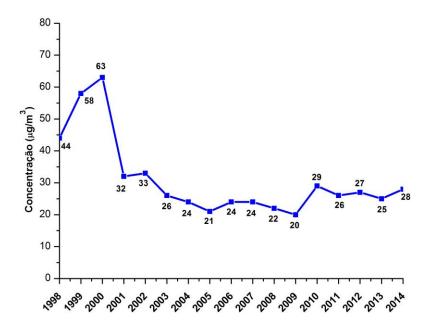


Gráfico 19 - Classificação das médias horárias para o poluente O_3 na estação ASS em 2014

O Gráfico 20 apresenta a evolução das concentrações médias anuais para o O₃ no período de 1998 a 2014, 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 8, ou seja, a estação que apresentou média anual não representativa não foi considerada para calcular a média das médias anuais do ano avaliado.



Base: todas as estações automáticas com representatividade anual em 2014. Exceção: CIC e STC.

Gráfico 20 − Evolução das concentrações médias anuais para o poluente O₃ no período de 1998 a 2014 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e região metropolitana

4.2.7. Dióxido de nitrogênio (NO₂)

As concentrações de NO₂ foram registradas em sete estações automáticas. Em Curitiba nas estações CIC, PAR e STC, e em Araucária nas estações ASS, CSN, UEG e RPR. Na Tabela 17 são apresentadas as médias horárias, as médias horárias máximas e as médias anuais registradas no ano de 2014.

Tabela 17 - Resultados do monitoramento de NO₂

Monitoramento de NO ₂ no ano de 2014								
NO ₂	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)							
Estação:	BOA: 7.714 REGULAR: 13 INADEQUADA: 0 MÁ: 0							
Assis (ASS) Disponibilidade 1h: 88,2 %	Média anual: 19 μg/m³							
	Média horária máxima: 142 μg/m³ (em 20 de agosto de 2014, das 09 às 10 h)							
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: zero							
NO ₂	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)							
Estação:	BOA: 8.087 REGULAR: 7 INADEQUADA: 0 MÁ: 0							
CIC (CIC)	Média anual: 20 μg/m³							
Disponibilidade 1h:	Média horária máxima: 114 μg/m³ (em 10 de outubro de 2014, das 17 às 18 h)							
92,4 %	Nº de ultrapassagens das médias horárias: zero							
NO ₂	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – novembro)							
Estação:	BOA: 7.532 REGULAR: 21 INADEQUADA: 0 MÁ: 0							
CSN (CSN)	Média anual: 28 μg/m³							
Disponibilidade 1h: 86,2 %	Média horária máxima: 140 μg/m³ (em 05 de fevereiro de 2014, das 06 às 07 h)							
00,2 70	Nº de ultrapassagens das médias horárias: zero							
NO ₂	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)							
Estação:	BOA: 8.259 REGULAR: 12 INADEQUADA: 0 MÁ: 0							
Ouvidor Pardinho	Média anual: 24 μg/m³							
(PAR) Disponibilidade 1h:	Média horária máxima: 134 μg/m³ (em 04 de julho de 2014, das 08 às 09 h)							
94,4 %	Nº de ultrapassagens das médias horárias: zero							
NO ₂	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)							
Estação:	BOA: 7.845 REGULAR: 9 INADEQUADA: 0 MÁ: 0							
REPAR (RPR)	Média anual: 19 μg/m³							
Disponibilidade 1h:	Média horária máxima: 225 μg/m³ (em 13 de março de 2014, das 17 às 18 h)							
89,7 %	Nº de ultrapassagens das médias horárias: zero							
NO ₂ *	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)							
Estação:	BOA: 6.907 REGULAR: 0 INADEQUADA: 0 MÁ: 0							
Santa Cândida (STC)	Média anual: 12 μg/m³							
Disponibilidade 1h:	Média horária máxima: 80 μg/m³ (em 22 de agosto de 2014, das 17 às 18 h)							
78,8 %	Nº de ultrapassagens das médias horárias: zero							
NO ₂	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)							
Estação:	BOA: 7.855 REGULAR: 139 INADEQUADA: 0 MÁ: 0							
UEG (UEG)	Média anual: 33 μg/m³							
Disponibilidade 1h:	Média horária máxima: 187 μg/m³ (em 22 de agosto de 2014, das 17 às 18 h)							
91,3 %	Nº de ultrapassagens das médias horárias: zero							

^{*}Não atende ao critério de representatividade

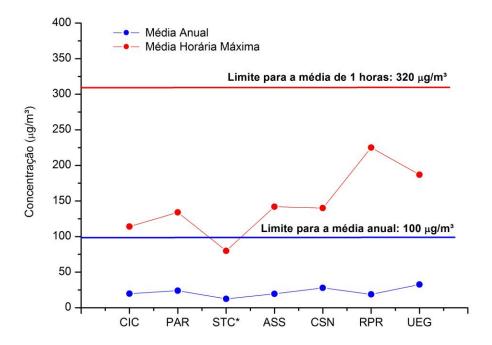
Em 2014, a única estação que não atendeu ao critério de representatividade anual para o poluente NO₂ foi a estação STC em virtude do período em que ficou desativada para a realização de reformas em sua estrutura física.

No Gráfico 21 podemos observar as médias anuais e as médias máximas horárias em todas as estações que monitoraram este poluente na RMC em 2014. Com exceção da estação UEG que registrou um aumento de 92 % na concentração média anual quando comparado os dados de 2014 com 2013, todas as demais estações

apresentaram média anual inferior às registradas em 2013.

A mesma tendência foi observada quando analisada a média horária máxima: com exceção da estação UEG, que teve um acréscimo de 112 % de 2013 para 2014 (de 88 μ g/m³ para 187 μ g/m³), todas as demais estações apresentaram redução da concentração média horária máxima. Destaque para a estação CSN que em 2013 registrou 493 μ g/m³ e em 2014 apenas 140 μ g/m³, representando 72 % a menos.

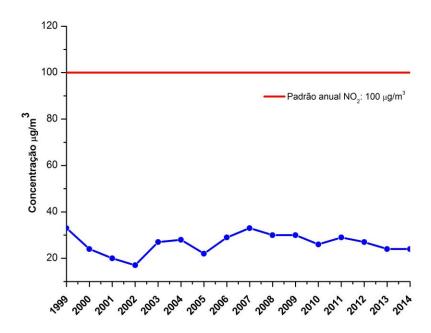
Em 2014 não foram registradas violações ao padrão primário estabelecido, de 320 μg/m³. Em 2013 foram duas violações, ambas em Araucária.



*Não atende ao critério de representatividade

Gráfico 21 - Comportamento do poluente NO_2 no ano de 2014 em Curitiba e região metropolitana

O Gráfico 22 apresenta a evolução das concentrações médias anuais para o NO₂ no período de 1999 a 2014, 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 8, ou seja, a estação que apresentou média anual não representativa não foi considerada para calcular a média das médias anuais do ano avaliado.



Base: todas as estações automáticas com representatividade anual em 2014. Exceção: BOQ e STC.

Gráfico 22 – Evolução das concentrações médias anuais para o poluente NO₂ no período de 1999 a 2014 monitorado nas estações automáticas de Curitiba e região metropolitana

Dentre as estações que monitoraram o poluente NO₂ no ano de 2014, a estação UEG, localizada no município de Araucária, foi a que registrou mais casos de classificação da média horária como **regular** (Gráfico 23). Em 2013, a estação CSN foi a que apresentou o pior cenário para este poluente, registrando 81 casos de classificação da média horária como **regular** e dois casos de classificação da média horária como **inadequada**.

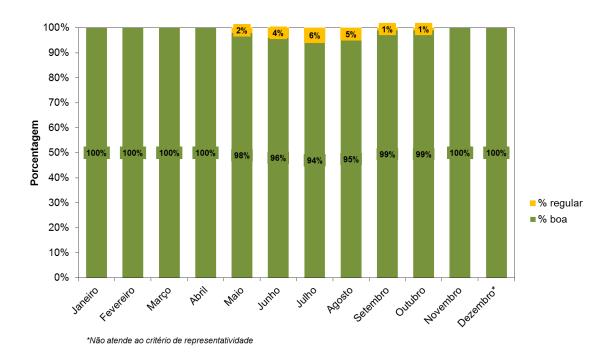


Gráfico 23 - Classificação das médias horárias para o poluente ${\rm NO_2}$ na estação UEG registradas em 2014

4.3. Registro de violações aos padrões primários

Na Tabela 18, podemos observar as violações ocorridas no ano de 2014, por município, estação, e por parâmetro monitorado. Foram observadas 58 violações dos limites estipulados pela Resolução do CONAMA Nº 03/90, considerando as médias de 24 horas e as médias horárias.

Tabela 18 – Número de violações por parâmetros observados em 2014

Tabela 18 – Numero de violações por parametros observados em 2014									
Município	Estação	PTS	Fumaça	PI	SO ₂	СО	O ₃	NO ₂	Total
	Boqueirão (BOQ)	0	*	0	0	0	1	*	1
	CIC (CIC)	0	*	0	*	0	*	0	0
Curitiba	Ouvidor Pardinho (PAR)	0	*	0	0	0	0	0	0
	Santa Cândida (STC)	*	*	*	0	*	0	0	0
	Santa Casa (SC)	1	*	*	0	*	*	*	1
	Assis (ASS)	0	*	*	0	*	3	0	3
	CSN (CSN)	0	*	*	1	*	2	0	3
Araucária	CSN-PR423 (CSN- PR423)	*	*	*	0	*	*	*	0
	REPAR (RPR)	0	*	0	0	0	0	0	0
	UEG (UEG)	*	*	0	0	0	1	0	1
Colombo	Colombo (COL)	46	*	3	*	*	*	*	49
	Curitiba	1	*	0	0	0	1	0	2
Por Município	Araucária	0	*	0	1	0	6	0	7
	Colombo	46	*	3	*	*	*	*	49
	Total	47	*	3	1	0	7	0	58

^{*} Poluente não monitorado na estação

No Gráfico 24 podemos verificar as violações ocorridas mês a mês e qual o poluente que predominou no período. Observa-se que grande parte das violações ao padrão de qualidade do ar nas estações de monitoramento foi em função das partículas totais em suspensão (PTS).

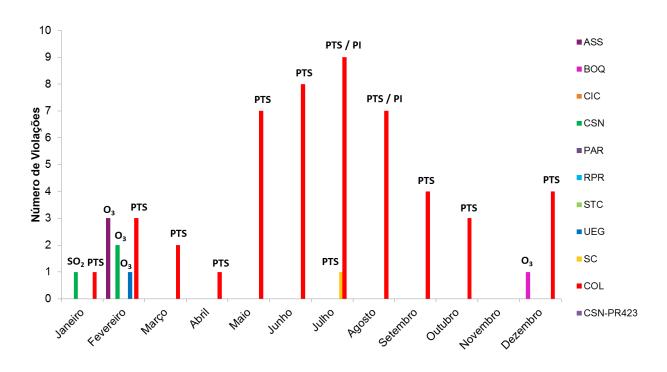


Gráfico 24 – Registro das violações aos padrões primários de qualidade do ar no ano de 2014

No Gráfico 25, observamos as violações ao padrão primário ocorridas nos anos de 2000 a 2014. Pelos dados apresentados não verificamos uma tendência, e sim uma variação ano a ano aumentado e diminuindo. Estas variações não ocorrem necessariamente em função do aumento da emissão de poluentes, elas podem ocorrer em virtude das condições meteorológicas que variam ano a ano, havendo períodos prolongados sem chuvas e temperaturas mais elevadas em relação ao ano anterior. Todos estes fatores, além de outros, podem tornar a qualidade do ar melhor ou pior, mesmo não havendo aumento ou diminuição das emissões.

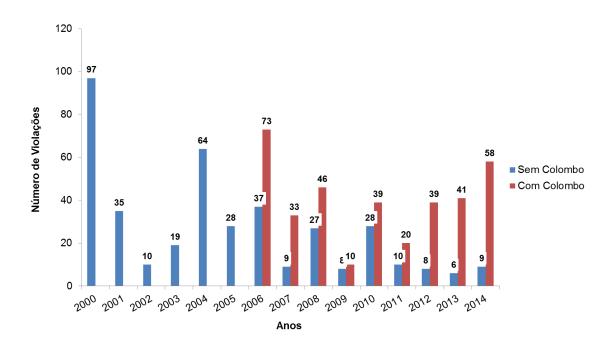


Gráfico 25 - Registro das violações aos padrões primários de qualidade do ar no período de 2000 a 2014

No Gráfico 26 podemos observar como foi a classificação diária do IQA ao longo do ano de 2014 nas estações automáticas de Curitiba e região metropolitana, assim como a porcentagem de dias em que a estação, por motivos diversos, não registrou dados suficientes para atender ao critério de representatividade.

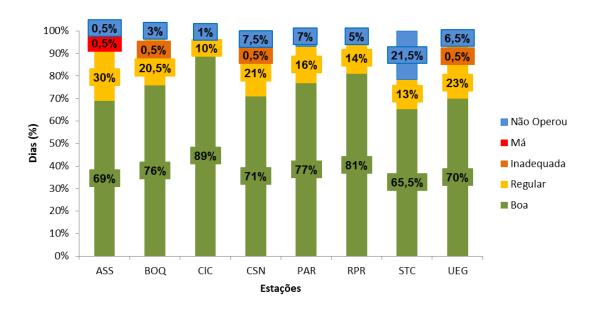


Gráfico 26 – Classificação diária do IQA em cada estação automática de monitoramento ao longo de 2014

5. GESTÃO DA QUALIDADE DO AR

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

5.1. Levantamento das fontes emissoras

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

O IAP realizou um levantamento preliminar das emissões industriais, trabalho que subsidiou o estabelecimento dos padrões de emissão para uma grande variedade de processos industriais e que constam na Resolução Nº 054/06 da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA.

Em 2014, os trabalhos da revisão da Resolução N° 054/06 foram concluídos e encaminhado ao Secretario de Meio e Recursos Hídricos, que aprovou as atualizações e promulgou a Resolução SEMA N° 016/2014, ficando revogada a resolução SEMA N° 054/06.

5.2. Controle das fontes móveis

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

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

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

Investindo nesses objetivos acreditamos que iremos proporcionar melhorias da qualidade de vida da população paranaense, buscando a preservação na qualidade do ar e a sustentabilidade ambiental.

5.3. Controle das fontes fixas

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

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

O automonitoramento das emissões atmosféricas passou a ser obrigatório no Paraná a partir da publicação da Lei Estadual N° 13.806/02 e está regulamentado pela Resolução SEMA N° 016/2014. As atividades potencialmente poluidoras devem atender aos padrões estaduais de emissão, além de realizar e informar periodicamente ao IAP suas medições.

O procedimento está em plena execução, alimentando um banco de informações sobre as emissões das fontes fixas, contando neste ano com 1.537 empresas cadastradas, distribuídas no Estado do Paraná, conforme a Figura 2. Esses dados serão utilizados para elaboração do inventário estadual, instrumento indispensável à gestão da qualidade do ar.

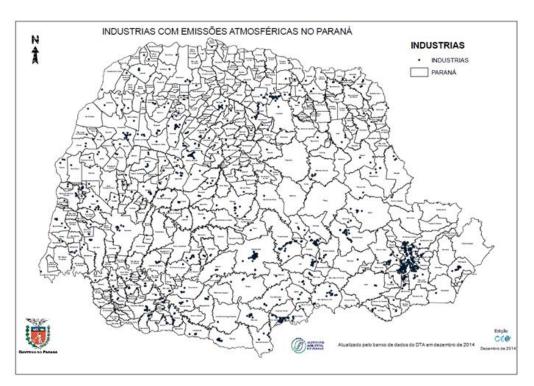


Figura 2 - Localização das indústrias com emissões atmosféricas cadastradas no Banco de Dados do DTA no Estado do Paraná em 2014

Em 2014 foi dado continuidade aos trabalhos para a modernização do sistema de controle das fontes fixas que conta com três projetos importantes: o primeiro é a modernização da disponibilização dos resultados da qualidade do ar, onde as informações estão disponibilizadas de forma rápida e de fácil compreensão. Para atender esse item, em junho de 2014 foi lançado na pagina do IAP o IQAr que disponibiliza para a população um mapa com os dados da qualidade do ar em **tempo real**, com a identificação das estações, gráficos das últimas 24 horas do IQA e demonstração da rosa dos ventos, individualmente.

O segundo projeto trata do Sistema de Declaração das Emissões Atmosféricas - DEA, onde o próprio empreendedor alimentará as informações referentes aos processos com emissões atmosféricas, agilizando o tramite de informação e controle do automonitoramento das indústrias.

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

Visando a melhoria da qualidade de ar na região de Colombo, que apresenta um número crescente de violações para as particulas totais em suspensão (PTS) e particulas inaláveis (PI), o IAP realizou em 2014 uma reunião com os representantes das atividades de cal e calcário, com intuito de encontrar uma solução conjunta para o problema. Além disso, passou a ser cobrada a apresentação do programa de automonitoramento das emissões atmsofericas, que visa o acompanhamento do desempenho e a minimização das emissões.

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

Em 2013, foi realizado o Inventario Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes (MP, CO, NO_x e SO_x), baseado no Banco de Dados do IAP e no Banco de Dados da Prefeitura Municipal de Curitiba, totalizando 1.415 empresas com 2.898 fontes monitoradas e 7.816 medições nestas fontes.

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

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

Em 2014, para facilitar a visualização dessas informações, elaboramos 4 mapas, destacando os munícipios com emissão de MP, SO_X, CO e NO_X.

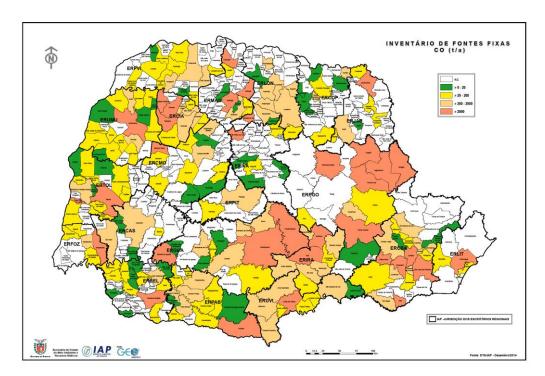


Figura 3 – Municípios do estado do Paraná com emissões de CO (ton/ano) de acordo com o Inventario Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes

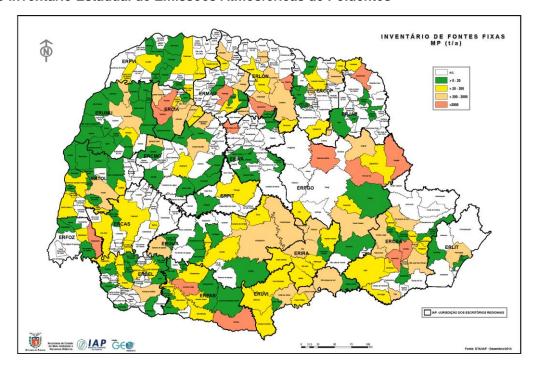


Figura 4 - Municípios do estado do Paraná com emissões de material particulado (ton/ano) de acordo com o Inventario Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes

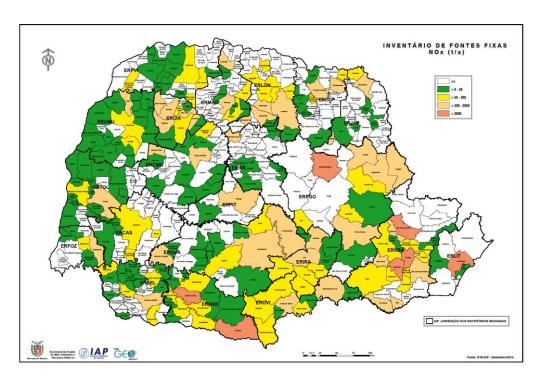


Figura 5 - Municípios do estado do Paraná com emissões de óxidos de nitrogênio (ton/ano) de acordo com o Inventario Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes

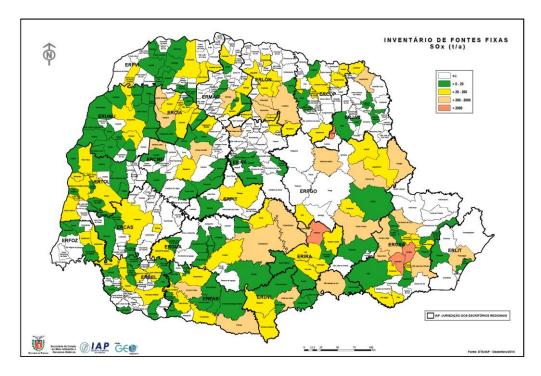


Figura 6 - Municípios do estado do Paraná com emissões de óxidos de enxofre (ton/ano) de acordo com o Inventario Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes

5.5. Planejamento de metas e medidas a serem adotadas

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

Em 2014 demos continuidade aos trabalhos de manutenção da rede de monitoramento existente, com planejamento de ampliação para outras cidades do Estado do Paraná, principalmente aquelas previstas no Plano de Controle de Poluição Veicular - PCPV, como Londrina, Maringá, Cascavel, Ponta Grossa, Foz do Iguaçu e Litoral.

O processo de licitação da compra de sete estações, sendo seis estações fixas e uma estação móvel, já foi iniciado e estamos aguardando sua aprovação por parte do Banco Mundial.

A substituição da rede manual por automática e a realocação de algumas das estações manuais, também faz parte do planejamento, contribuindo na agilização das informações para a população, principalmente nas regiões onde o relatório apontar maiores violações.

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 2015 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.

6. CONCLUSÃO

No ano de 2014 a rede de monitoramento de qualidade do ar de Curitiba e região metropolitana contou com oito estações automáticas e três manuais, totalizando onze estações. 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, em geral, na maior parte do tempo a qualidade do ar de Curitiba e região metropolitana atende aos padrões da Resolução CONAMA Nº 03/90. No entanto não podemos deixar de investir no seu controle e fiscalização, onde sempre existe um potencial para melhorar.

Curitiba

Em Curitiba, no ano de 2014, foram monitorados os parâmetros PTS, PI, SO₂, CO, O₃ e NO₂ em quatro estações automáticas e em uma estação manual, foram monitorados apenas os parâmetros PTS e SO₂. Foram registradas duas violações aos padrões primários estabelecidos na resolução CONAMA Nº 03/90: uma devido ao poluente O₃, na estação BOQ, e uma devido ao PTS na estação SC. 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), quatro estações não atenderam ao critério para o parâmetro SO₂ (BOQ, PAR, STC e SC), uma para o O₃ (STC), uma para o NO₂ (STC), uma para o PTS (SC) e uma para o PI (CIC).

Araucária

Na cidade de Araucária, foram monitorados os parâmetros PTS, PI, SO₂, CO, O₃ e NO₂ em quatro estações automáticas e em uma estação manual, foi monitorado apenas o parâmetro SO₂. Foram registradas sete violações aos padrões primários estabelecidos na resolução CONAMA Nº 03/90: seis devido ao poluente O₃, nas estações ASS (três violações), CSN (duas violações) e UEG (uma violação), e uma devido ao SO₂ na estação CSN. Em relação às médias anuais dos poluentes

monitorados no período, todas atenderam aos padrões estipulados na resolução CONAMA № 03/90.

Considerando o critério de representatividade anual (todas as três médias quadrimestrais válidas), apenas uma estação não atendeu ao critério para o parâmetro SO₂ (CSN-PR423) e duas para o PTS (CSN e ASS).

Colombo

No ano de 2014, esta estação operou com dois equipamentos monitorando os parâmetros PTS e PI. Entretanto, considerando o critério de representatividade anual (todas as três médias quadrimestrais válidas), ambos os equipamentos não atenderam ao critério de representatividade em 2014.

Mesmo assim, avaliando os resultados obtidos para as PTS, 46 dias registraram concentrações acima do padrão primário estabelecido de 240 μg/m³, sendo que em 30 dias a qualidade do ar foi classificada como **inadequada**, 15 como **má** e um dia como **péssima**. Para o parâmetro PI, apenas três dias ultrapassaram o padrão primário de 150 μg/m³, classificando a qualidade do ar como **inadequada**. No ano de 2013 foram registradas 32 violações do padrão para o poluente PTS e três violações do padrão para o poluente PI.

Em virtude da estação não ter atingido os critérios de representatividade anual, não foi possível comparar as médias anuais registradas para os poluentes PTS e PI com os padrões anuais estabelecidos na resolução.

Embora já existam algumas medidas de controle na região, houve um crescimento nas violações comparado ao ano passado. Isso mostra que é necessário investir num controle mais rigoroso, com ações fiscalizatórias mais intensas, implantando um sistema de monitoramento da qualidade do ar automatizado que proporcionará respostas rápidas e ações mais efetivas.

7. REFERÊNCIAS

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

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

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

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

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

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

DEPARTAMENTO DE TRÂNSITO DO PARANÁ (DETRAN-PR). **Frota de veículos cadastrados no estado do Paraná – Posição em Dezembro de 2014**. Disponível em: http://www.detran.pr.gov.br/arquivos/File/estatisticasdetransito/frotadeveiculoscadastradospr/2014/FROTA_DEZEMBRO_2014.pdf>. Acesso em 09 fev. 2015.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE Cidades – Curitiba – PR**. Disponível em: < http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=410690&search=parana|curitiba|infog raficos:-informacoes-completas>. Acesso em: 09 fev. 2015.

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

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **OMS estima que sete milhões de mortes ocorram por ano devido à contaminação atmosférica**. Genebra: Março de 2014. Disponível em . Acesso em: 12 fev. 2015.

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

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

APÊNDICE 1 – Variação da média diária dos poluentes SO_2 , NO, NO_2 , O_3 , CO, PI e PTS.

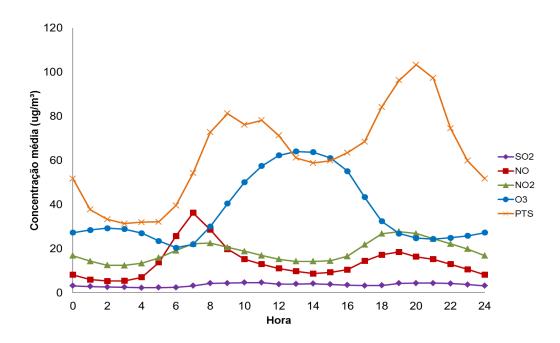


Figura 1 – Variação da média diária registrada na estação automática ASS em 2014

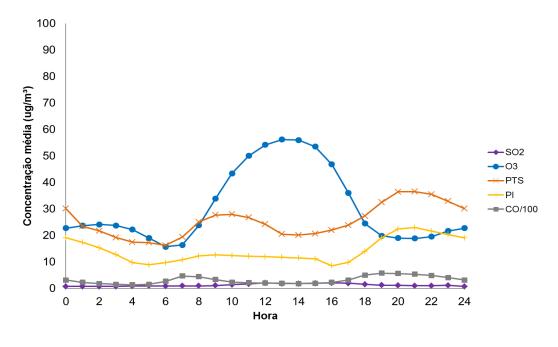


Figura 2 - Variação da média diária registrada na estação automática BOQ em 2014

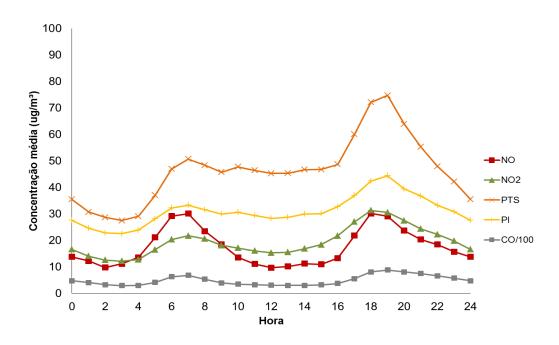


Figura 3 – Variação da média diária registrada na estação automática CIC em 2014

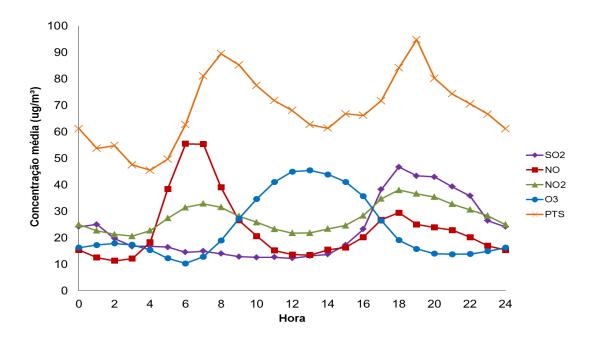


Figura 4 - Variação da média diária registrada na estação automática CSN em 2014

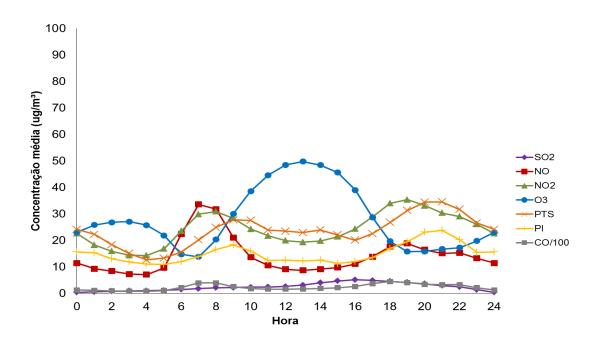


Figura 5 - Variação da média diária registrada na estação automática PAR em 2014

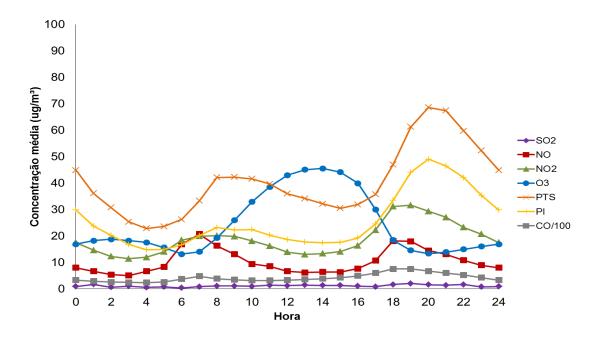


Figura 6 – Variação da média diária registrada na estação automática RPR em 2014

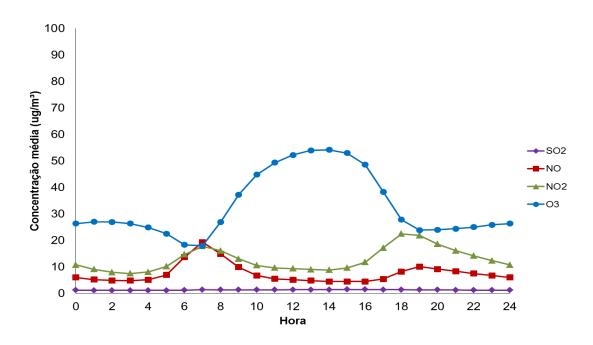


Figura 7 – Variação da média diária registrada na estação automática STC em 2014

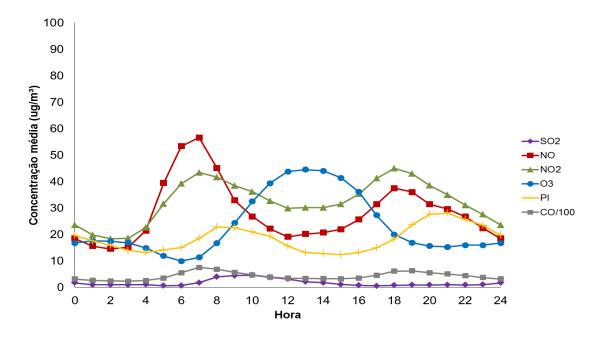


Figura 8 – Variação da média diária registrada na estação automática UEG em 2014

APÊNDICE 2 - Plumas de Poluição

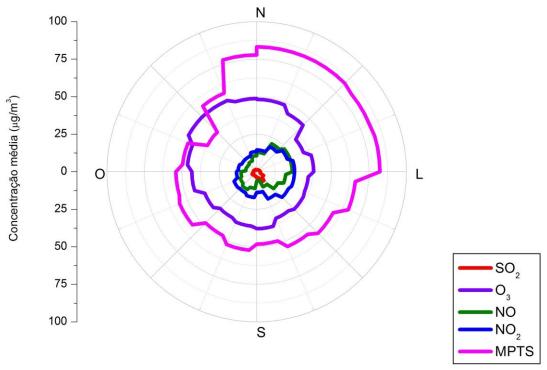


Figura 1 – Pluma de poluição da estação automática ASS

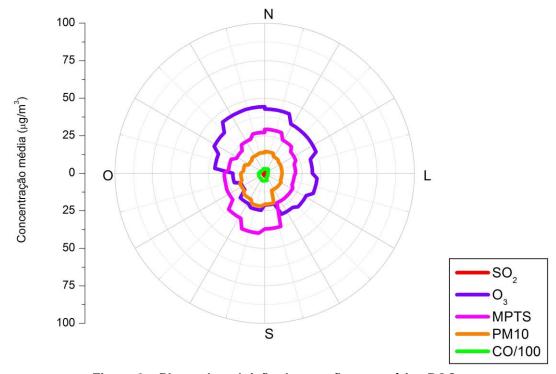


Figura 2 – Pluma de poluição da estação automática BOQ

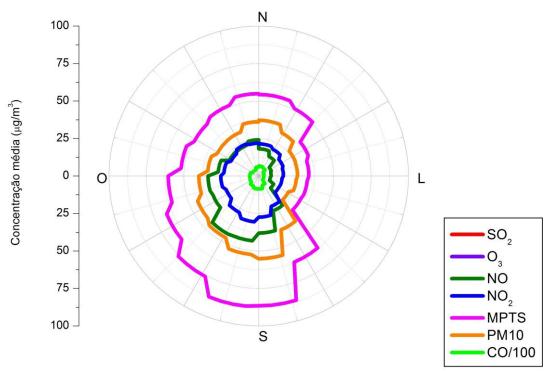


Figura 3 – Pluma de poluição da estação automática CIC

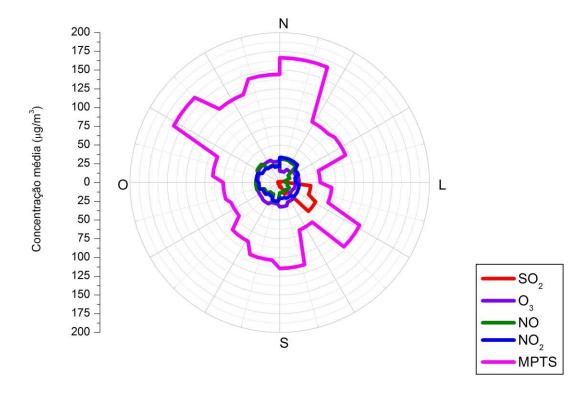


Figura 4 - Pluma de poluição da estação automática CSN

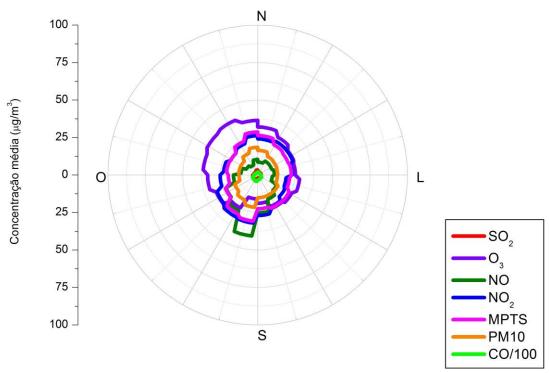


Figura 5 – Pluma de poluição da estação automática PAR

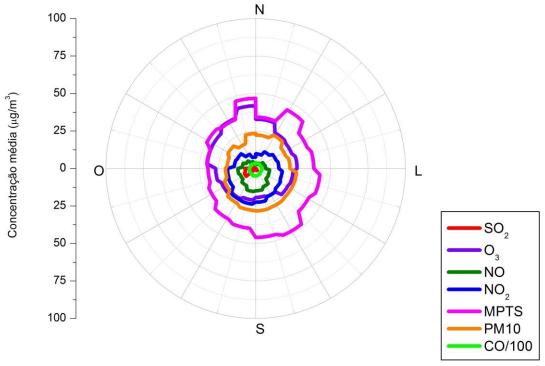


Figura 6 – Pluma de poluição da estação automática RPR

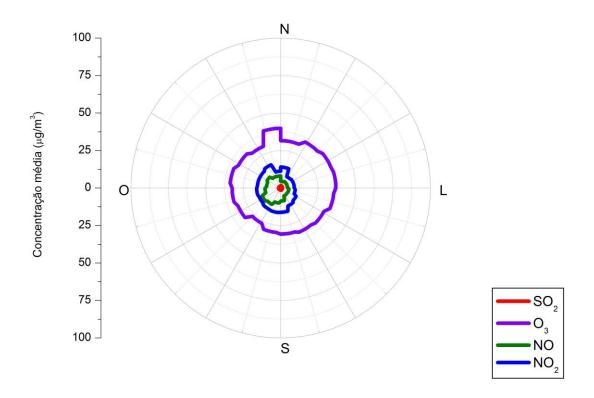


Figura 7 – Pluma de poluição da estação automática STC

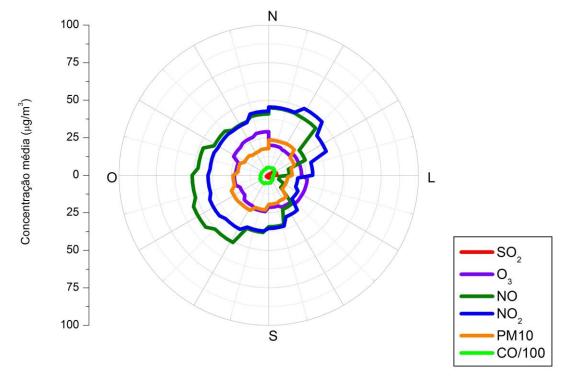


Figura 8 - Pluma de poluição da estação automática UEG

APÊNDICE 3 - COORDENADAS GEOGRÁFICAS E UTM DAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR DE CURITIBA E RM

Tabela 1 – Coordenadas geográficas e UTM das estações de monitoramento da qualidade do ar de Curitiba e RM

		Coordenadas			
Estação	Endereço	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, № 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, № 5005, Chapada, Araucária.	25°34'09,35''	49°22'57,25''	662468,35	7171027,03
RPR	Rua das Andorinhas, № 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
SC (Santa Casa)	Rua André de Barros esquina com Rua Alferes Poli, Centro, Curitiba.	25°26'12.28"	49°16'23.38"	7185566,47	673650,52
COL (Colombo)	Rua José Cavassim, Nº 100, Colombo, Curitiba.	25°17'35.49"	49°13'50.31"	7201411,43	678137,53
CSN- PR423	Rodovia do Xisto, BR-476, Nº 5005, Chapada, Araucária.	25°34'09,35''	49°22'57,25''	662468,35	7171027,03