

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ - IAP



Relatório Anual da Qualidade do Ar na Região Metropolitana de Curitiba Ano de 2012



GOVERNO DO PARANÁ



PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO
Secretaria do Meio Ambiente
e Recursos Hídricos



IAP
INSTITUTO AMBIENTAL
DO PARANÁ

Entidades Parceiras:



Prefeitura de Araucária



CURITIBA
PREFEITURA DA CIDADE

CAPA:

Foto: Luis Eduardo Soares Mayer

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ

Governador do Estado do Paraná

Carlos Alberto Richa

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA

Jonel Nazareno Iurk

Instituto Ambiental do Paraná - IAP

Luiz Tarcisio Mossato Pinto

Diretoria de Estudos e Padrões Ambientais – IAP

Ivonete Coelho da Silva Chaves

Alberto Baccarim

Departamento de Tecnologia Ambiental

Dirlene Cavalcanti e Silva

EQUIPE TÉCNICA

Coordenação

Químico: Eliseu Esmanhoto - LACTEC

Operação das estações:

- Instituto Ambiental do Paraná – IAP

Dirlene Cavalcanti e Silva

Ademir da Silva

Geraldo F. da Silva

Gerolino V. Sales

Ivan R. dos Santos

João Batista Maia

Rubens H. Castro

- Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – LACTEC

Eliseu Esmanhoto

Karime Dawidziak Piazzetta

Luis Eduardo Soares Mayer

Rafael Geha Serta

PREFÁCIO

A Missão do Instituto Ambiental do Paraná é coordenar o desenvolvimento econômico e social do Estado em conjunto com a preservação e respeito ao meio ambiente. Sendo assim, cabe ao IAP proteger, preservar, conservar, controlar e recuperar o patrimônio ambiental, buscando melhor qualidade de vida e o desenvolvimento sustentável com a participação da sociedade.

Durante o ano de 2012, conseguimos algumas conquistas que valorizaram a Gestão Atmosférica do Paraná. Entre elas está o reconhecimento de nosso trabalho feito por um Estudo da Universidade de Tel Aviv, em Israel, que indica a capital do Estado como a segunda metrópole no mundo que mais diminuiu a poluição atmosférica na última década. Isso mostra que estamos no caminho certo, mas também não podemos deixar de investir cada vez mais no setor, sob pena de perdemos o controle. Pensando nisso, estamos trabalhando para ampliar a rede do Estado do Paraná, buscando a implantação de mais 6 estações de monitoramento da qualidade do ar, em municípios onde o crescimento populacional e o desenvolvimento industrial foram mais expressivos nos últimos anos.

Neste sentido, não posso deixar de reconhecer o excelente trabalho e empenho que está sendo realizado por nossos servidores na busca das melhores tecnologias e parcerias para a melhoria no monitoramento ambiental. Entre essas parcerias, os empréstimos e auxílio do Banco Mundial tem sido fundamental para alavancar esse controle e suas ampliações, uma vez que os investimentos nessa área são representativos.

Graças a esse trabalho, apresentamos a seguir o Relatório Anual da Qualidade do Ar em Curitiba e Região Metropolitana de 2012, com a evolução das concentrações dos poluentes regulamentados pela Resolução CONAMA N° 03/90, dando ciência à comunidade científica e à população sobre a Qualidade do Ar que respiramos.

Luiz Tarcisio Mossato Pinto
Diretor Presidente do IAP

APRESENTAÇÃO

Dando continuidades aos trabalhos de monitoramento ambiental da qualidade do ar, em busca da sustentabilidade ambiental e do direito a informação, estamos mais uma vez, apresentando a comunidade científica e a população em geral o Relatório Anual da Qualidade do Ar de 2012.

O relatório traz a consolidação dos dados das 12 estações de monitoramento da qualidade do ar, distribuídas na RMC e amplia a divulgação desses dados através de boletins diários da qualidade do ar, no site do IAP, avaliando as médias de curto e longo prazo, conforme estabelece a Legislação.

Além da manutenção e aprimoramento do monitoramento da qualidade podemos salientar outras conquistas que também influenciam na gestão da qualidade do ar, as quais foram realizadas no ano 2012, são elas: Celebração do convênio com a Prefeitura Municipal de CURITIBA e LACTEC, que tem por objetivo a cooperação mútua entre as instituições participantes em assuntos técnicos, científicos e de formação de recursos humanos de interesse comum, com o propósito de fazer a gestão da qualidade do ar em Curitiba; Aquisição de equipamentos de medições de Material Participado para a fiscalização do automonitoramento das indústrias do Paraná; Georreferenciamento das indústrias do Banco de dados de emissões atmosféricas; Desenvolvimento do Inventário de Fontes Fixas e Moveis do Estado do Paraná e o Dimensionamento da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar no Estado do Paraná.

Desta forma acreditamos estar cumprindo com nosso papel de conduzir o desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e a proteção da saúde humana.

Ivonete Coelho da Silva Chaves
Diretor do DEPAM/IAP

Dirlene Cavalcanti e Silva
Chefe do DTA/IAP

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO.....	11
1.1.	Qualidade do ar é uma responsabilidade coletiva.....	11
1.2.	Poluição atmosférica.....	12
1.3.	Poluentes atmosféricos.....	13
1.4.	Origem da poluição atmosférica.....	13
1.5.	Padrões e Índice de Qualidade do Ar.....	16
1.6.	Efeitos da poluição atmosférica.....	21
2.	MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA (RMC).....	24
2.1.	Dados gerais.....	24
2.2.	Aspectos climáticos e meteorológicos.....	24
2.3.	Objetivos do monitoramento.....	27
2.4.	Localização das estações e conceito de monitoramento.....	28
3.	RESULTADO DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR.....	32
3.1.	Representatividade e disponibilidade dos dados.....	32
3.2.	Parâmetros de qualidade do ar.....	34
3.2.1.	Partículas Totais em Suspensão (PTS).....	35
3.2.2.	Fumaça.....	41
3.2.3.	Partículas Inaláveis (PI).....	43
3.2.4.	Dióxido de Enxofre (SO ₂).....	45
3.2.5.	Monóxido de Carbono (CO).....	50
3.2.6.	Ozônio (O ₃).....	53
3.2.7.	Dióxido de Nitrogênio (NO ₂).....	57
3.3.	Registro de violações aos padrões diários de qualidade do ar.....	61
4.	GESTÃO DA QUALIDADE DO AR.....	64
4.1.	Levantamento das Fontes Emissoras.....	64
4.2.	Controle das Fontes Móveis.....	65
4.3.	Controle das fontes fixas.....	66
4.4.	Inventário Estadual de Emissões Atmosféricas dos Poluentes MP, CO, NO _x e SO _x	67
4.5.	Planejamento de metas e medidas a serem adotadas.....	68
5.	CONCLUSÃO.....	70
6.	REFERÊNCIAS.....	72
	ANEXO 1 – Localização das estações de monitoramento da RMC.....	75
	ANEXO 2 – Variação da média diária dos poluentes SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ , CO, PI e PTS.....	87
	ANEXO 3 – Concentração média em função da direção do vento.....	91

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização das estações de monitoramento da qualidade do ar na RMC.	28
Figura 2 - Localização das indústrias com emissões atmosféricas cadastradas no estado do Paraná.	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais poluentes do ar e os tipos de fontes de emissão.....	16
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução dos veículos automotores em Curitiba nos últimos treze anos.....	15
Gráfico 2 - Frequência da direção dos ventos nas estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar no ano de 2012.	25
Gráfico 3 - Condições de dispersão na RMC no ano de 2012.	26
Gráfico 4 - Classificação das médias diárias para PTS na estação Santa Casa no ano de 2012.	36
Gráfico 5 - Classificação das médias diárias para PTS na estação automática Assis no ano de 2012.....	37
Gráfico 6 - Classificação das médias diárias para PTS na estação Colombo no ano de 2012.	38
Gráfico 7 – Comportamento do poluente PTS na RMC no ano de 2012.	39
Gráfico 8 – Evolução das concentrações médias anuais para as Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Partículas Inaláveis (PI) no período de 2004 a 2012 monitoradas nas estações automáticas da Região Metropolitana de Curitiba.....	40
Gráfico 9 - Classificação das médias diárias para as PTS na estação Santa Casa entre 1990-2012.....	41
Gráfico 10 - Classificação das médias diárias para Fumaça na estação Santa Casa de 1990 - 2010.....	42
Gráfico 11 - Classificação das médias diárias para as PI nas estações de monitoramento em 2012.....	45
Gráfico 12 - Médias anuais para o Dióxido de Enxofre em toda a rede da RMC.....	48
Gráfico 13 - Médias anuais para SO ₂ , Fumaça e PTS no período de 1990 a 2012 na estação Santa Casa.....	49

Relatório da Qualidade do Ar na Região Metropolitana de Curitiba - Ano 2012

Gráfico 14 – Evolução das concentrações médias anuais para o Dióxido de Enxofre no período de 2000 a 2012 monitorado nas estações automáticas da Região Metropolitana de Curitiba. .	50
Gráfico 15 – Evolução das concentrações médias anuais para o Monóxido de Carbono no período de 2002 a 2012 monitorado nas estações automáticas da Região Metropolitana de Curitiba.	53
Gráfico 16 - Número de registros de violações de O ₃ no período de 2000 a 2012.	55
Gráfico 17 - Classificação das médias horárias para O ₃ na estação CIC em 2012.	56
Gráfico 18 – Evolução das concentrações médias anuais para o Ozônio no período de 1998 a 2012 monitorado nas estações automáticas da Região Metropolitana de Curitiba.....	56
Gráfico 19 - Comportamento do Dióxido de Nitrogênio no ano de 2012 na RMC.....	58
Gráfico 20 – Evolução das concentrações médias anuais para o Dióxido de Nitrogênio no período de 1999 a 2012 monitorado nas estações automáticas da Região Metropolitana de Curitiba.	59
Gráfico 21 - Classificação das médias horárias para NO ₂ na estação UEG.	60
Gráfico 22 – Número de violações ocorridas no ano de 2012.	62
Gráfico 23 - Registro das violações aos padrões primários de qualidade do ar no período de 2000 a 2012.....	63
Gráfico 24 - Registro de dias e altura de precipitação (mm) no ano de 2012, na RMC.	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Padrões primários e secundários para poluentes atmosféricos no Paraná (Resolução CONAMA N° 03/90, SEMA N° 054/06).	17
Tabela 2 - Critérios para episódios agudos de poluição do ar (Resolução CONAMA N°03/90, SEMA N° 054/06).	19
Tabela 3 - Classificação da qualidade do ar através do Índice de Qualidade do Ar - IQA.....	20
Tabela 4 - Estações de monitoramento da qualidade do ar na RMC no ano de 2012.....	30
Tabela 5 – Monitoramento da Qualidade do Ar nas Áreas Industrial, Centro e Bairro.....	32
Tabela 6 - Critério de representatividade dos dados gerados.	33
Tabela 7 - Resultados do monitoramento do poluente PTS nas estações automáticas.	35
Tabela 8 - Resultados do monitoramento do poluente PTS nas estações manuais.	36
Tabela 9 - Resultados do monitoramento de Fumaça - poluente não monitorado em 2012.....	42
Tabela 10 - Resultados do monitoramento de PI (continua)	43
Tabela 11 - Resultados do monitoramento de SO ₂ nas estações automáticas.....	46

Tabela 12 - Resultados do monitoramento de SO ₂ nas estações manuais.	47
Tabela 13 - Resultados do monitoramento de Monóxido de Carbono, CO.	52
Tabela 14 - Resultados do monitoramento de O ₃	54
Tabela 15 - Resultados do monitoramento de Dióxido de Nitrogênio, NO ₂	57
Tabela 16 - Quantidade de violações por parâmetros observados em 2012.	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

CETESB	Companhia da Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
CO	Monóxido de Carbono
COMEC	Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DETRAN-PR	Departamento de Trânsito do Paraná
DETRAN-RJ	Departamento de Trânsito do Rio de Janeiro
FEEMA	Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente do Estado do Rio de Janeiro
GNV	Gás Natural Veicular
HCT	Hidrocarbonetos Totais
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPARDES	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
IPPUC	Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba
kPa	quilo pascal, unidade de pressão atmosférica
LACTEC	Instituto de Tecnologia Para o Desenvolvimento
µg	micro-grama, um milionésimo de um grama
µg/m ³	micro-grama por metro cúbico, concentração gravimétrica do poluente no ar
MP	Material Particulado
NH ₃	Amônia
NO	Monóxido de Nitrogênio
NO ₂	Dióxido de Nitrogênio
NO _x	Óxidos de Nitrogênio, entende-se como soma de NO + NO ₂
O ₃	Ozônio
PI	Partículas Inaláveis
PM10	Partículas até 10 µm de diâmetro que corresponde à fração inalável das Partículas Totais em Suspensão

Relatório da Qualidade do Ar na Região Metropolitana de Curitiba - Ano 2012

ppm	partes por milhão
PTS	Partículas Totais em Suspensão
REPAR	Refinaria Presidente Getúlio Vargas
RMC	Região Metropolitana de Curitiba
SEMA	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
SO ₂	Dióxido de Enxofre
TECPAR	Instituto de Tecnologia do Paraná
UEG	Usina Elétrica a Gás, denominação da estação de monitoramento UEG

1. INTRODUÇÃO

1.1. Qualidade do ar é uma responsabilidade coletiva

O ambiente do homem é a atmosfera. O homem vive nesta camada gasosa do nosso planeta, neste mar de ar, porém não pode enxergar o ar puro, um gás invisível para ele. Mas quando o ar está em movimento pode ser sentido, como vento, por exemplo. Percebemos a existência do ar quando andamos de carro, de moto ou de bicicleta, porque sentimos uma resistência que aumenta com a velocidade. Porém, geralmente, a constante presença do ar fica imperceptível, mesmo sendo tão essencial para nossa vida.

Sem comida o ser humano pode viver semanas, sem água, dias, mas sem ar apenas alguns minutos. Um adulto precisa para a sua respiração de cerca de 10 mil litros de ar todos os dias. Por muito tempo, a presença desta quantidade de ar, de boa qualidade, não era a preocupação do homem, pois a abundância de ar era natural. Hoje sabemos que todos os recursos naturais, inclusive o ar, são finitos. Mesmo que as atividades humanas não consumam o ar de forma a acabar com o gás, alteram a sua composição e a natureza precisa de tempo para recuperar-se, ou seja, depurar-se desta alteração. Semelhante aos rios e mares, a atmosfera também possui seus mecanismos de autopurificação, como a chuva, com a qual os poluentes são removidos. Somente podemos lançar poluentes na atmosfera na medida em que estas substâncias possam ser suportadas pelos processos purificadores, caso contrário haverá acumulação.

O ar puro e seco é composto basicamente de 78% de Nitrogênio e 21% de Oxigênio. Além dessas substâncias, o ar contém outros gases em quantidades pequenas, que juntos somam apenas 1%. Mesmo sendo tão importante para nossa sobrevivência, o ar que consumimos através da nossa respiração e nos processos técnicos, que consomem muito mais ar do que a nossa respiração, continua sendo gratuito. Como exemplo, podemos citar a

queima de um litro de gasolina, a qual consome a quantidade de ar que um adulto respira durante 24 horas.

Já houve uma tentativa há aproximadamente três mil anos atrás de vender ar. Um funcionário egípcio fez esta proposta com o objetivo de sanear os cofres públicos, sabendo que o ar era um pressuposto básico para a vida e, portanto valioso. Porém, até hoje, o ar não foi comercializado e continua não pertencendo a ninguém. Em lugar de considerar que não seja de ninguém podemos, com a mesma razão, considerar que o ar é de todos. Dessa forma temos maior facilidade para entender que devemos nos responsabilizar por este insumo tão importante para a vida. O ar é de todos e, portanto, cuidar da sua qualidade é uma responsabilidade coletiva.

1.2. Poluição atmosférica

A Lei N° 6.938/81, em seu Artigo 3°, inciso III, define poluição como:

“A degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população, ou criem condições adversas às atividades sociais e econômicas, ou afetem desfavoravelmente a biota, as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente, ou emitam matéria ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos”.

Não podemos considerar qualquer atividade que altera a composição da atmosfera como poluição. Entendemos poluição atmosférica como sendo a presença ou o lançamento de uma substância na atmosfera que se mantém acima de um limiar de aceitabilidade para o bem estar dos seres humanos, animais, infraestrutura ou do ambiente em geral. Isso significa, também, que o conceito de poluição é algo dinâmico, porque nós definimos os limites. O que se considera permitido hoje, futuramente com padrões mais rígidos, poderá ser considerado poluição. Isto já é fato para as emissões veiculares. Para veículos novos são aplicados limites de emissão bem mais rigorosos do que há alguns anos atrás e as emissões de um veículo novo com os mesmos índices de 10 anos atrás, hoje, seriam consideradas poluição.

1.3. Poluentes atmosféricos

Poluentes atmosféricos são as substâncias gasosas, sólidas ou líquidas presentes na atmosfera, com potencial de causar poluição. Quando estas substâncias são diretamente emitidas pelos processos são chamadas de poluentes primários, como é o caso do Monóxido de Carbono (CO), Monóxido de Nitrogênio (NO) ou Dióxido de Enxofre (SO₂). Concentrações altas de poluentes primários são registradas nas proximidades das fontes, por exemplo, na beira de rodovias movimentadas.

Outro tipo de poluente não é emitido diretamente por uma fonte, é formado na atmosfera com a influência de outras substâncias (chamadas precursores) e eventualmente da radiação solar. 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 tão facilmente prever onde serão registradas altas concentrações. Mesmo em lugares afastados das fontes dos poluentes precursores, podemos encontrar altas concentrações. Em geral, problemas com poluentes secundários abrangem uma área maior do que no caso de poluentes primários.

1.4. Origem da poluição atmosférica

Poluentes atmosféricos presentes no ar podem ser tanto de origem natural quanto causados pelas atividades humanas, também chamadas antropogênicas. É importante saber que o monitoramento da qualidade do ar sempre analisa o conjunto das duas fontes. Porém, não podemos controlar fenômenos naturais que podem liberar grandes quantidades de substâncias para a atmosfera. As principais fontes naturais são vulcanismo, maresia, evaporação da vegetação, decomposição de matéria orgânica, arraste de poeira e incêndios. Por outro lado, uma substância liberada por um incêndio natural de uma floresta não apresenta nenhuma diferença de uma substância

liberada por um incêndio causado pelo homem. Em ambos os casos o resultado é a liberação de poluentes. A diferença é que a natureza se adaptou e convive em equilíbrio com a quantidade de poluentes naturais, enquanto que as atividades antropogênicas podem causar um desequilíbrio.

Nos últimos anos, começando pela Alemanha, e posteriormente se estendendo por toda a Europa e também Estados Unidos, tem surgido um grande interesse no monitoramento preciso da concentração de compostos conhecidos como "*Black Carbon*". Este termo é difícil de ser traduzido, mas pode se dizer que é basicamente o equivalente a fuligem fina. O grande interesse nesse tipo de monitoramento tem ocorrido porque está nitidamente confirmada que, salvo algumas exceções, a geração de "*Black Carbon*" é quase que exclusivamente devido à ação do homem, pois a sua origem é fundamentalmente dos processos de queima de combustíveis fósseis (FRONDISE, 2008). 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 (2013), a frota motorizada no Paraná contou no ano de 2012 com 5.797.871 veículos, o que significa um aumento de 6,4 % em relação ao ano de 2011. Só na capital já temos 1.304.753 veículos motorizados, chegando a quase 73 veículos por 100 habitantes, o que corresponde a um aumento de 3,8 % em relação ao ano de 2011. No Gráfico 1, podemos verificar a evolução dos veículos automotores na capital paranaense.

Evolução Anual dos Veículos em Curitiba

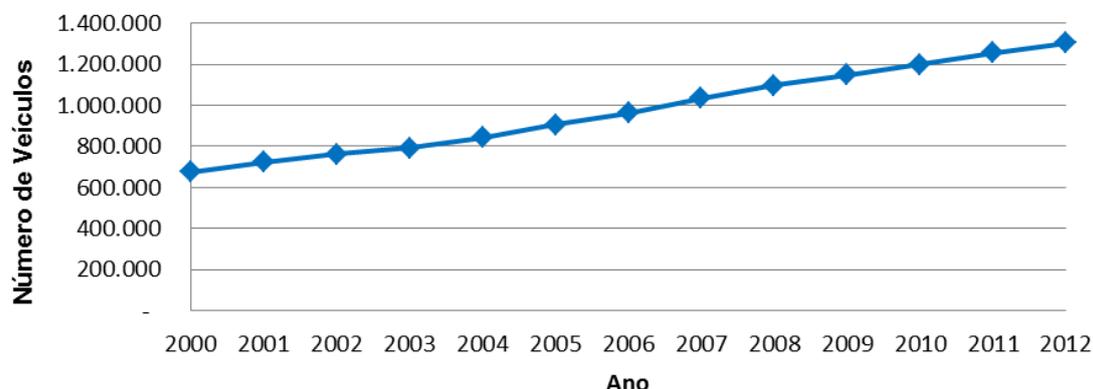


Gráfico 1 - Evolução dos veículos automotores em Curitiba nos últimos treze anos.
Fonte: DETRAN-PR, 2013.

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 dos perímetros urbanos e lançam seus efluentes gasosos através de chaminés na atmosfera, a uma certa 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 nos concentrar com prioridade nas emissões veiculares.

Algo que está sendo colocado em prática desde alguns anos é a conversão de motores a álcool, a diesel e a gasolina para o funcionamento com gás natural veicular (GNV), com potencial menos poluente. A Região Metropolitana de Curitiba conta hoje com 37 postos de abastecimentos credenciados (COMPAGÁS, 2013), sendo que 26 deles estão localizados em Curitiba.

O Quadro 1 apresenta os principais poluentes do ar considerando os três tipos de fontes de emissão atmosférica: estacionária, móvel e natural.

Fontes		Poluentes
Fontes Estacionárias	Combustão	Material particulado, dióxido de enxofre e trióxido de enxofre, monóxido de carbono, hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio.
	Processo Industrial	Material particulado (fumos, poeiras, névoas), gases – SO ₂ , SO ₃ , HCl, hidrocarbonetos, mercaptanas, HF, H ₂ S, NOx.
	Queima de Resíduo Sólido	Material particulado, gases – SO ₂ , SO ₃ , HCl, NOx.
	Outros	Hidrocarbonetos, material particulado.
Fontes Móveis	Veículos Gasolina/Diesel Álcool, Aviões, Motocicletas, Barcos, Locomotivas, etc.	Material particulado, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos, aldeídos, dióxido de enxofre, ácidos orgânicos.
Fontes Naturais		Material particulado – poeiras Gases – SO ₂ , H ₂ S, CO, NO, NO ₂ , hidrocarbonetos.
Reações Químicas na Atmosfera Ex.: hidrocarbonetos + óxidos de nitrogênio (luz solar)		Poluentes secundários – O ₃ , aldeídos, ácidos orgânicos, nitratos orgânicos, aerossol fotoquímicos, etc.

Quadro 1 - Principais poluentes do ar e os tipos de fontes de emissão

Cabe ressaltar que a relação entre as concentrações de poluentes emitidos na atmosfera, a capacidade de depuração do meio e as condições meteorológicas, estão diretamente relacionados à qualidade do ar que respiramos.

1.5. Padrões e Índice de Qualidade do Ar

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 tolerada. Eles representam, portanto, aquele limite de aceitabilidade acima do qual podemos chamar o ar de “poluído”.

Através da Portaria Normativa IBAMA Nº 348, de 14/03/90 e da Resolução CONAMA Nº 03/90, foram estabelecidos os padrões nacionais de qualidade do ar. A Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná (SEMA) confirma estes padrões através da Resolução SEMA Nº 041/02, atualmente revisada e substituída pela Resolução SEMA Nº 054/06. 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 os sete parâmetros a seguir: 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), conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Padrões primários e secundários para poluentes atmosféricos no Paraná (Resolução CONAMA Nº 03/90, SEMA Nº 054/06).

Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Primário (µg/m ³) ¹	Padrão Secundário (µg/m ³) ¹
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	24 horas	240 ³	150 ³
	1 ano ²	80	60
Fumaça	24 horas	150 ³	100 ³
	1 ano ²	60	40
Partículas Inaláveis (PI)	24 horas	150 ³	150 ³
	1 ano ²	50	50
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	24 horas	365 ³	100 ³
	1 ano ²	80	40
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	40.000 ³	40.000 ³
	8 horas	10.000 ³	10.000 ³
Ozônio (O ₃)	1 hora	160 ³	160 ³
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	1 hora	320	190
	1 ano ²	100	100

Nota:

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

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

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

O padrão primário 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.

Os padrões regulamentados pela Resolução SEMA N° 054/06 e os respectivos tempos de amostragem são apresentados na Tabela 1. Para todos os poluentes há um padrão de curto prazo (horas) e outro que se aplica para longo prazo, 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.

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

poluição do ar são estabelecidos os níveis de Atenção, Alerta e Emergência conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Critérios para episódios agudos de poluição do ar (Resolução CONAMA N°03/90, SEMA N° 054/06).

Poluente	Tempo de amostragem	Nível de Atenção ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nível de Alerta ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nível de Emergência ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	24 horas	375	625	875
Fumaça	24 horas	250	420	500
Partículas Inaláveis (PI)	24 horas	250	420	500
Dióxido de Enxofre (SO_2)	24 horas	800	1.600	2.100
Monóxido de Carbono (CO)	8 horas	17.000 ¹	34.000 ²	46.000 ³
Ozônio (O_3)	1 hora	400	800	1.000
Dióxido de Nitrogênio (NO_2)	1 hora	1.130	2.260	3.000

Nota:

¹ Corresponde a uma concentração volumétrica de 15 ppm.

² Corresponde a uma concentração volumétrica de 30 ppm.

³ Corresponde a uma concentração volumétrica de 40 ppm.

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 obtido através de uma função linear segmentada, onde os pontos de inflexão são os padrões de qualidade do ar e os níveis de atenção, alerta e emergência. Para cada concentração gravimétrica ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) a função atribui um valor para o índice, que é um número adimensional. Por definição, ao nível do padrão primário é atribuído um índice de 100, o de Atenção equivale a um índice de 200, o nível de Alerta a 300 e o nível de Emergência a 400. Por exemplo: se analisarmos uma média horária de Ozônio de $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$, isto seria exatamente o limite do padrão primário e, portanto corresponde a um índice de 100. Caso o resultado seja a metade, apenas $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, o correspondente índice seria 50. Este índice

também é utilizado para classificar a qualidade do ar em seis categorias, de BOA até CRÍTICA como apresentado na Tabela 3. Para efeito de divulgação, é utilizado o índice mais elevado dos poluentes medidos em cada estação. Portanto, a qualidade do ar em cada estação é determinada diariamente pelo pior caso entre os poluentes monitorados.

Tabela 3 - Classificação da qualidade do ar através do Índice de Qualidade do Ar - IQA.

Qualidade	Índice	PM10	O ₃	CO	NO ₂	SO ₂	Fumaça	PTS	Significado
		(µg/m ³) 24h	(µg/m ³) 1h	(ppm) 8h	(µg/m ³) 1h	(µg/m ³) 24h	(µg/m ³) 24h	(µg/m ³) 24h	
Boa	0 – 50	0 – 50	0 – 80	0 – 4,5	0 - 100	0 - 80	0 - 60	0 – 80	Praticamente não há risco à saúde.
Regular	> 50 – 100	> 50 e ≤ 150	> 80 e ≤ 160	> 4,5 e ≤ 9	> 100 e ≤ 320	> 80 e ≤ 365	> 60 e ≤ 150	> 80 e ≤ 240	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
Inadequada	> 100 – 200	> 150 e ≤ 250	> 160 e ≤ 400	> 9 e ≤ 15	> 320 e ≤ 1130	> 365 e ≤ 800	> 150 e ≤ 250	> 240 e ≤ 375	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
Má	> 200 – 300	> 250 e ≤ 420	> 400 e ≤ 800	> 15 e ≤ 30	> 1130 e ≤ 2260	> 800 e ≤ 1600	> 250 e ≤ 420	> 375 e ≤ 625	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda apresentar falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com problemas cardiovasculares).
Péssima	> 300 – 400	> 420 e ≤ 500	> 800 e ≤ 1000	> 30 e ≤ 40	> 2260 e ≤ 3000	> 1600 e ≤ 2100	> 420 e ≤ 500	> 625 e ≤ 875	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.
Crítica	> 400	> 500	> 1000	> 40	> 3000	> 2100	> 500	> 875	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

1.6. Efeitos da poluição atmosférica

A poluição atmosférica tem efeitos sobre a natureza em geral, isto é, sobre o bem estar da população, da fauna, flora e também sobre os materiais. Os efeitos podem se manifestar de forma aguda, como por exemplo, quando olhamos uma fogueira e a fumaça entra em nossos olhos causando uma forte irritação. A vantagem neste episódio é que ao nos afastarmos, os sintomas desaparecem porque são reversíveis. Os sintomas irritantes ou tóxicos, que acontecem para concentrações muito elevadas, são graves e por isso mais fáceis de estudar, porém são pouco frequentes.

O que acontece diariamente é que estamos respirando um ar que não irrita e não sentimos de imediato nenhum efeito tóxico. Mesmo assim tememos que possa existir algum efeito em longo prazo, e pior, algo irreversível. O conhecimento sobre os efeitos em longo prazo é muito mais difícil e geralmente é pesquisado através de estudos epidemiológicos. Os estudos epidemiológicos examinam a distribuição e a frequência de morbidade (doenças) e mortalidade na população e pesquisam os fatores causadores.

Agora cabe a pergunta: por que há tanta necessidade de conhecer os efeitos da poluição atmosférica se temos padrões de qualidade do ar exatamente para nos proteger contra esses efeitos? Realmente, abaixo do padrão primário podemos assumir, com certa razão, que não há efeito para a saúde da população, pois desta forma consta à definição do padrão primário na legislação. Por outro lado, sabemos que existe um padrão secundário, um padrão mais rigoroso que garante um menor nível de impacto adverso.

Dessa forma, um padrão de qualidade do ar não é um limite abaixo do qual estamos absolutamente seguros e tampouco que adoeceremos automaticamente caso o padrão seja ultrapassado. Mas a probabilidade de adoecermos aumenta.

Isto se aplica especialmente para pessoas mais sensíveis à poluição, como crianças e idosos. Um estudo realizado com crianças no estado de São

Paulo relata a perda de parte da capacidade pulmonar (FOLHA DE S. PAULO, 18/09/2000). Isso não significa que as crianças, necessariamente, estejam doentes, mas que se tornam muito mais suscetíveis a problemas respiratórios no futuro.

Em São Paulo, um estudo demonstrou que, um aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da média diária de Partículas Inaláveis significou um aumento de 3% da mortalidade de pessoas acima de 65 anos (SALDIVA et al., 1995). É estimado que na cidade de São Paulo, cerca de 20.000 mortes adicionais por ano ocorram por um descontrole da poluição do ar (ARTAXO, 2001). No Rio de Janeiro, uma pesquisa revelou que para o acréscimo de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da média anual de Partículas Totais em Suspensão há um aumento da mortalidade infantil por pneumonia de 2,2 casos em cada 10.000 pessoas (PENNA E DUCHIADE, 1991).

Um estudo de Marburg, na Alemanha, concluiu que concentrações elevadas de Ozônio aumentam a probabilidade em adoecer de alergia ou asma (SPIEGEL ONLINE, 2001). O pesquisador do Laboratório de Poluição Atmosférica da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, Paulo Saldiva, afirma que o Ozônio inibe a atividade das células que defendem os alvéolos pulmonares, favorecendo o desenvolvimento de pneumonia. Outros estudos trazem fortes evidências relacionando regiões com altas concentrações de Ozônio com a incidência de câncer (Folha de São Paulo, 01/04/2005).

Podemos concluir que, mesmo abaixo dos padrões de qualidade do ar, os efeitos da poluição atmosférica existem, embora estejam limitados a um nível aceitável pela sociedade. Portanto, um decréscimo das concentrações ambientais sempre significa um ganho na qualidade de vida.

Segundo relatório com padrões de aplicação mundial para a qualidade do ar, novos limites para poluição do ar foram fixados pela Organização Mundial de Saúde (OMS), impondo um alerta ao Brasil. Como a legislação nacional é menos exigente, o país pode estar respirando um ar mais

comprometido do que se imagina. A iniciativa da definição de padrões mais rigorosos é justificada pela ligação cada vez mais comprovada entre ar poluído e danos a saúde pública. Calcula-se que o ar poluído ocasione dois milhões de mortes prematuras no mundo a cada ano.

De acordo com os novos índices indicados pela OMS, a média diária recomendada para Partículas Inaláveis foi reduzida em um terço passando de 150 para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (média de 24 horas). Com referência aos demais parâmetros, o teor de Ozônio baixou de 160 para 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (média de 1 hora máxima) e o Dióxido de Enxofre teve a média reduzida de 100 para 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (média de 24 horas) (WHO, 2005).

2. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA (RMC)

2.1. Dados gerais

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 30,86% da população do Estado do Paraná em uma área de 16.581 km² (COMEC, 2012). A capital do Estado, Curitiba, concentra cerca de 1.776.761 habitantes em uma área de 435 km² (IBGE, 2013), o que caracteriza uma densidade demográfica de 4.089 hab/km² (IPARDES, 2013). 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.

2.2. Aspectos climáticos e meteorológicos

A RMC 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.

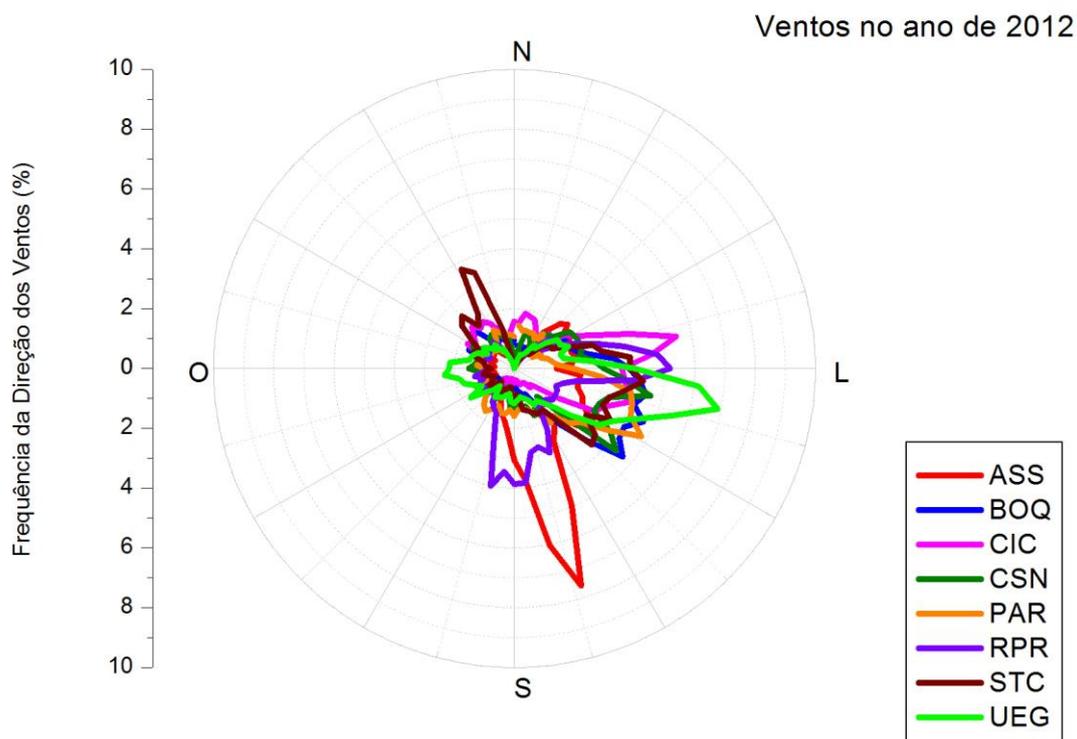


Gráfico 2 - Frequência da direção dos ventos nas estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar no ano de 2012.

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, de 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 2012, considerando os dados meteorológicos coletados na RMC 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.

As classes de estabilidade de Pasquill são obtidas a partir de grandezas meteorológicas das médias horárias, 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.

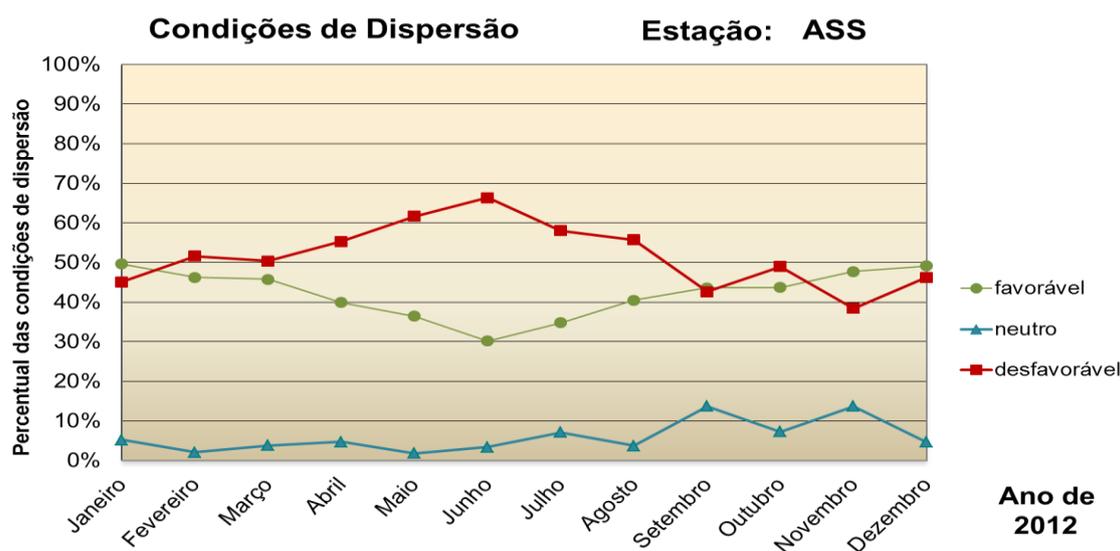


Gráfico 3 - Condições de dispersão na RMC no ano de 2012.

Podemos observar que nos meses de abril a agosto as condições desfavoráveis à dispersão prevaleceram, enquanto no restante do ano, encontramos geralmente condições favoráveis à dispersão.

2.3. Objetivos do monitoramento

O objetivo do controle da poluição atmosférica é baseado em três princípios importantes: a proteção contra os comprovados impactos adversos, a prevenção contra os possíveis impactos adversos e a motivação ética que é o prazer de viver num 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 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 que fazem a coleta e a análise dos poluentes ao mesmo tempo. Os resultados são armazenados por um sistema computadorizado na estação sendo estes dados transmitidos para uma central onde são tratados e validados conforme critérios já definidos. Desta forma obtemos as médias horárias dos poluentes. Como o monitoramento é todo automatizado, só é necessário visitar as estações automáticas para a manutenção do equipamento.

2.4. Localização das estações e conceito de monitoramento

A localização geral das estações de monitoramento nos municípios de Curitiba, Araucária e Colombo, são apresentadas na Figura 1. Uma informação mais precisa quanto à localização das estações consta no Anexo 1.

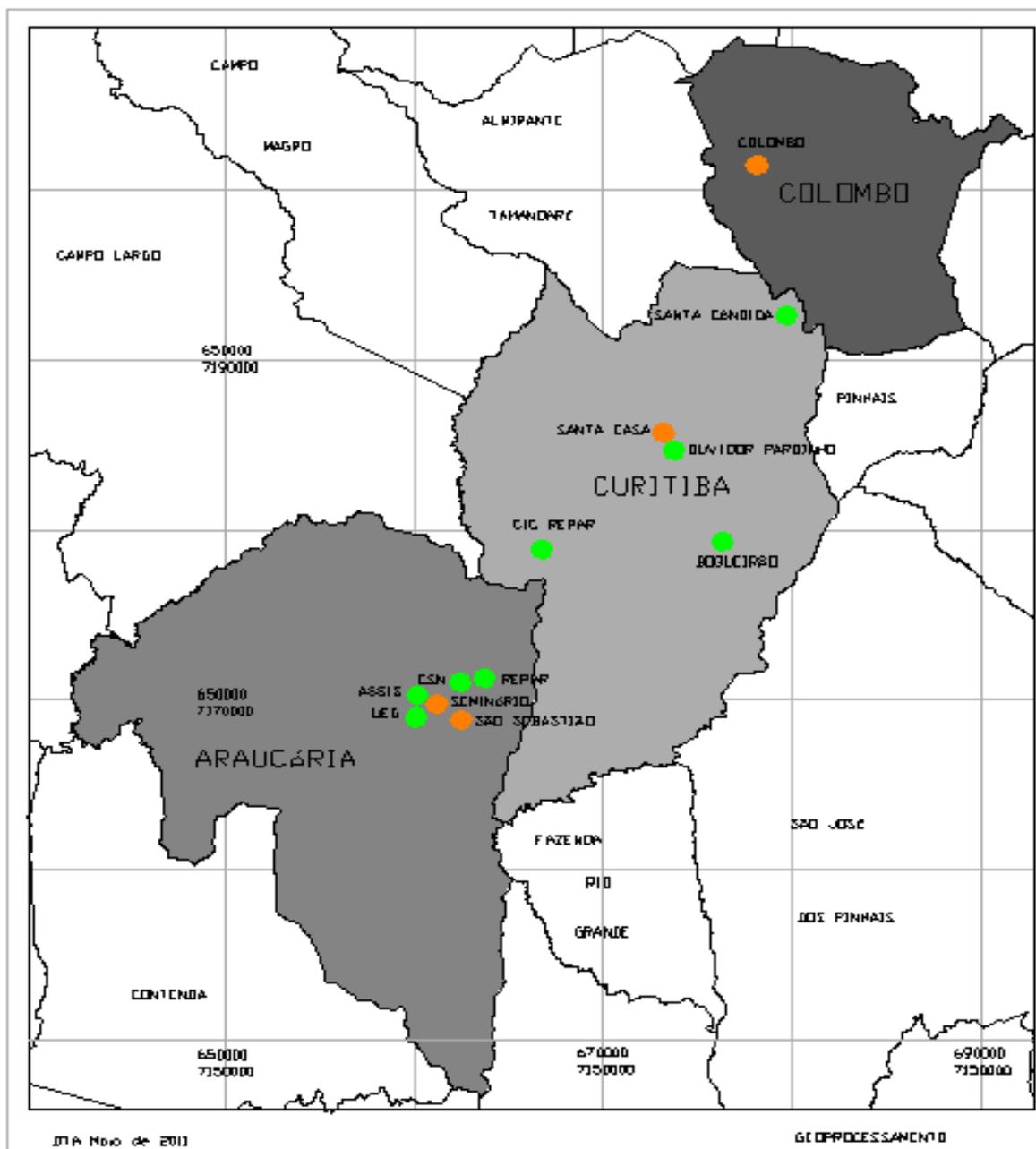


Figura 1 - Localização das estações de monitoramento da qualidade do ar na RMC.

O monitoramento da qualidade do ar na RMC começou no ano de 1985 com cinco estações manuais que analisavam os poluentes PTS, Fumaça, SO₂ e NH₃ (média diária). Quatro delas se encontram em operação até hoje.

No ano de 1998, foram instaladas em Curitiba, duas estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar: a estação CIC (CIC) e a estação Santa Cândida (STC), as quais monitoram parâmetros químicos e meteorológicos (médias horárias). No início de 2000 foi instalada uma estação automática em Araucária (Assis), 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 Pardini (PAR), e outra no município de Araucária, no bairro Sabiá, no terreno da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN).

Em maio de 2003 foi instalada mais uma estação automática no centro de Araucária (UEG) e em julho do mesmo ano a estação REPAR, localizada 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, N° 151, bairro Fazenda Velha, no município de Araucária.

Em 2006 foi instalada uma estação manual na área central de Colombo (COL), para monitorar o parâmetro PTS e, em 2007, esta estação passou a monitorar também o parâmetro PI.

As estações CIC e Boqueirão tiveram suas operações interrompidas em junho de 2006 e outubro de 2007, respectivamente, em função de ações de vandalismo. A Estação Boqueirão 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 é nova e foi adquirida pela Petrobras – UN-REPAR.

Na Tabela 4, verificamos os parâmetros monitorados em cada estação que compõe a rede de monitoramento da qualidade do ar da RMC no ano de 2012, sua localização e categoria, a data de início da operação e as instituições e empresas responsáveis pelos custos de operação e manutenção.

Tabela 4 - Estações de monitoramento da qualidade do ar na RMC no ano de 2012.

Tipo	Estação	Localização/ Categoria ¹	Parâmetros medidos no ano de 2012		Período de funcionamento /Responsável pelo custo operacional
			Químicos	Meteorológicos	
Automáticas	Curitiba, Santa Cândida (STC)	Nordeste de Curitiba, Bairro Santa Cândida / Bairro	SO ₂ , O ₃ , NO e NO ₂	<p>Todas as estações: Temperatura, Umidade Relativa, Radiação Global, Pressão, Velocidade e Direção do Vento.</p> <p>Exceções: ASS: monitora UV.</p> <p>BOQ e STC: sem RADG.</p> <p>BOQ e PAR: sem Temperatura e Umidade Relativa</p> <p>CSN: sem RADG.</p> <p>PAR: monitora UVA.</p> <p>RPR: sem Pressão.</p> <p>UEG: monitora UVB.</p> <p>BOQ, CIC, CSN e UEG: monitoram precipitação.</p>	Desde 1998 / LACTEC
	Curitiba, Cidade Industrial (CIC)	Oeste de Curitiba, Bairro Cidade Industrial / Industrial	SO ₂ , O ₃ , NO, NO ₂ , CO, PTS e PI		Desde 1998 – Reativada em Jan/11 Petrobras UN-REPAR
	Curitiba, Ouvidor Pardinho (PAR)	Região Central de Curitiba, Bairro Rebouças / Centro	SO ₂ , O ₃ , NO, NO ₂ , CO, PTS e PI		Agosto de 2002 / IAP
	Curitiba, Boqueirão (BOQ)	Sudoeste de Curitiba, Bairro Boqueirão / Bairro	SO ₂ , O ₃ , CO, PTS, PI		Setembro de 2001 – Reativada em Ago/09 / IAP
	Araucária, Assis (ASS)	Norte de Araucária, Bairro Fazenda Velha / Industrial	SO ₂ , O ₃ , NO, NO ₂ e PTS		Abril de 2000 / SMMA Araucária
	Araucária, NIS (UEG)	Região Central de Araucária, Bairro Centro / Industrial e Centro	SO ₂ , O ₃ , CO, NO, NO ₂ e PI		Maior de 2003 / IAP
	Araucária, CSN (CSN)	Nordeste de Araucária, Bairro Sabiá / Industrial	SO ₂ , O ₃ , NO, NO ₂ , PTS e PI		Agosto de 2002 / CSN
	Araucária, REPAR (RPR)	Nordeste de Araucária, Bairro Capela Velha / Industrial	SO ₂ , O ₃ , NO, NO ₂ , CO, PTS e PI		Julho de 2003 / Petrobras – UN- REPAR
Manuais	Curitiba, Santa Casa (SC)	Região Central de Curitiba, Bairro Centro / Centro	SO ₂ , PTS e NH ₃	Sem medição de parâmetros meteorológicos	1985 / IAP
	Araucária, São Sebastião (SS)	Leste de Araucária, Bairro Tindiquera / Bairro	SO ₂ e NH ₃		1985 / IAP
	Araucária, Seminário (SEM)	Região Central de Araucária, Bairro Centro / Industrial e Centro	SO ₂ e NH ₃		1985 / IAP
	Colombo (COL)	Região Central de Colombo / Industrial e Centro	PTS e PI		Direção e Velocidade do Vento

Nota: ¹ Categoria de área de monitoramento (ver Tabela 5).

Baseando-se na Diretiva Europeia 1999/30/CE, chega-se à conclusão de que a RMC, com uma população entre 2,75 e 3,75 milhões, deveria contar com três a sete pontos de monitoramento da qualidade do ar em função do grau de comprometimento da bacia aérea.

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

- “Fornecerem dados em áreas, dentro das zonas e aglomerações, nas quais é provável que a população esteja direta ou indiretamente exposta aos níveis mais elevados durante um período significativo em relação ao período de amostragem dos valores limites”;

- “Fornecerem dados sobre os níveis em outras áreas, dentro das zonas e aglomerações, que sejam representativas da exposição da população em geral”.

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

- INDUSTRIAL: onde se esperam violações em áreas dominadas por emissões industriais, fontes fixas.
- CENTRO: onde se esperam violações em áreas dominadas por emissões do tráfego, fontes móveis.
- BAIRRO: onde mora a maior parte da população e conseqüentemente passam uma boa parte da sua vida.

Atribuindo este sistema de classificação de localização para todos os poluentes analisados pelas estações de monitoramento chega-se a conclusão apresentada na Tabela 5.

Tabela 5 – Monitoramento da Qualidade do Ar nas Áreas Industrial, Centro e Bairro.

Poluente	Nº de Monitores nas Estações de Monitoramento (Final de 2012)	Nº de Monitores nas Áreas				Conclusão
		Industrial	Industrial e Centro	Centro	Bairro	
PTS	8	4	1	2	1	Suficiente
Fumaça	0	0	0	0	0	Insuficiente
PI	7	3	2	1	1	Suficiente
SO ₂	11	4	2	2	3	Suficiente
CO	5	2	1	1	1	Suficiente
O ₃	8	4	1	1	2	Suficiente
NO, NO ₂ e NO _x	7	4	1	1	1	Suficiente

No ano de 2012 a Rede de Monitoramento de Qualidade do Ar da RMC contou com suas doze estações, sendo oito estações automáticas e quatro 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.

3. RESULTADO DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

3.1. Representatividade e disponibilidade 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 diárias ou anuais, se os valores válidos não ficarem abaixo de um limite estabelecido de representatividade. No presente relatório foram adotados os critérios de representatividade apresentados na Tabela 6, os quais são amplamente utilizados.

Tabela 6 - Critério de representatividade dos dados gerados.

Médias Utilizadas	Critério de Representatividade
Horária	Pelo menos uma média de 30 minutos válida.
Oito Horas	Pelo menos seis médias horárias válidas.
Diária (24 horas)	Pelo menos 16 médias horárias válidas.
Mensal	Pelo menos 2/3 das médias diárias válidas.
Quadrimestral	Pelo menos a metade das médias diárias válidas.
Anual	Todas as três médias quadrimestrais válidas (janeiro-abril, maio-agosto, setembro-dezembro).

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 1 hora 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 suma 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 causado pela menor disponibilidade de informações e não significa necessariamente que a qualidade do ar melhorou nesta proporção. Para termos uma ideia de como operou as estações neste período, as disponibilidades dos equipamentos estão apresentadas nas tabelas seguintes deste capítulo.

3.2. Parâmetros de qualidade do ar

Nos capítulos seguintes estão apresentados os resultados do monitoramento em forma de médias de curto prazo (horária ou diária) e de longo prazo (anual) conforme a exigência legal (Resolução CONAMA N° 03/90 e Resolução SEMA N° 054/06, Tabela 1). Informações mais detalhadas encontram-se nos Anexos 2 e 3.

O Anexo 2 apresenta os gráficos da variação das médias aritméticas diárias dos poluentes monitorados nas oito estações automáticas. Estes gráficos mostram a dependência das concentrações dos poluentes oriundos de processos regulares como, por exemplo, o tráfego de automóveis ou a radiação solar.

No Anexo 3 são apresentadas as rosas dos ventos correlacionadas com as concentrações dos poluentes. Estas bússolas demonstram de qual direção os poluentes foram transportados para as estações de monitoramento e ajudam a localizar as fontes dominantes.

3.2.1. Partículas Totais em Suspensão (PTS)

As Partículas Totais em Suspensão (PTS) foram monitoradas em Curitiba nas estações automáticas BOQ, PAR e CIC e na estação manual Santa Casa (SC). Em Araucária, as PTS foram monitoradas nas estações automáticas ASS, CSN e RPR e, na cidade de Colombo, na estação manual Colombo, conforme apresentado nas Tabelas 7 e 8.

Tabela 7 - Resultados do monitoramento do poluente PTS nas estações automáticas.

Monitoramento de PTS no ano de 2012				
PTS Estação: Araucária, Assis (ASS) Disponibilidade 24h: 92,3 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 290	REGULAR: 48	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 39,10 µg/m³			
	Média diária máxima: 146 µg/m³ (em 06 de setembro de 2012)			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero .			
PTS Estação: Curitiba, Boqueirão (BOQ) Disponibilidade 24h: 99,2 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 322	REGULAR: 41	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 33,21 µg/m³			
	Média diária máxima: 194 µg/m³ (em 03 de julho de 2012).			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero .			
PTS* Estação: Curitiba, CIC (CIC) Disponibilidade 24h: 66,7 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 199	REGULAR: 45	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 39,95 µg/m³			
	Média diária máxima: 214 µg/m³ (em 02 de julho de 2012).			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero .			
PTS* Estação: Araucária, CSN (CSN) Disponibilidade 24h: 46,7 %	Nº de classificações das médias diárias (julho – dezembro)			
	BOA: 119	REGULAR: 52	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 53,52 µg/m³			
	Média diária máxima: 239 µg/m³ (em 03 de julho de 2012).			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero .			
PTS Estação: Curitiba, Ouvidor Pardinho (PAR) Disponibilidade 24h: 97,0 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 350	REGULAR: 4	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 20,36 µg/m³			
	Média diária máxima: 129 µg/m³ (em 03 de julho de 2012).			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero .			
PTS Estação: Araucária, REPAR (RPR) Disponibilidade 24h: 87,2 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 257	REGULAR: 62	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 47,35 µg/m³			
	Média diária máxima: 225 µg/m³ (em 10 de agosto de 2012).			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero .			

*Não atende ao critério de representatividade.

Tabela 8 - Resultados do monitoramento do poluente PTS nas estações manuais.

Monitoramento de PTS no ano de 2012				
PTS* Estação: Colombo (COL) Disponibilidade 24h: 72,1 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 102	REGULAR: 138	INADEQUADA: 18	MÁ: 6
	Média anual: 94,22 µg/m³			
	Média diária máxima: 480 µg/m³ (em 02 de julho de 2012).			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: 24 (vinte e quatro) .			
PTS* Estação: Curitiba, Santa Casa (SC) Disponibilidade 24h: 74,3 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 195	REGULAR: 77	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 58,35 µg/m³			
	Média diária máxima: 196 µg/m³ (em 07 de agosto de 2012).			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero .			

*Não atende ao critério de representatividade.

No ano de 2012, a estação Santa Casa não registrou violações ao padrão primário de qualidade do ar. Todas as médias diárias foram classificadas como BOA ou REGULAR, conforme apresentado no Gráfico 4.

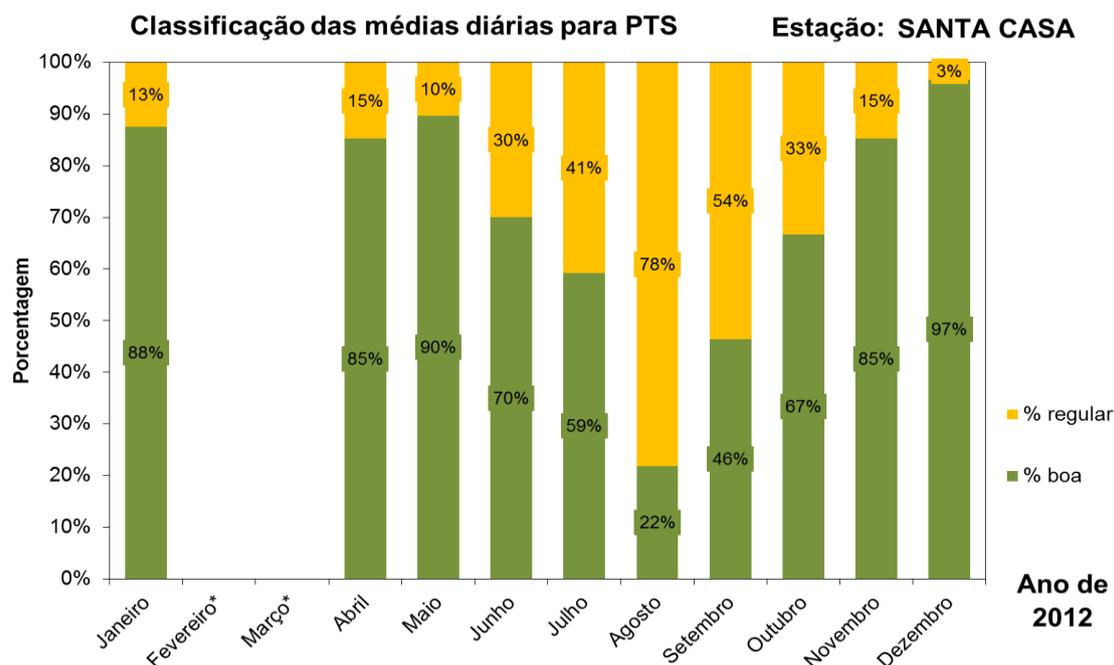


Gráfico 4 - Classificação das médias diárias para PTS na estação Santa Casa no ano de 2012.

Na estação ASS, localizada no Município de Araucária, todas as médias diárias foram classificadas como BOA ou REGULAR não tendo sido observadas violações ao padrão primário de qualidade do ar, conforme Gráfico 5.

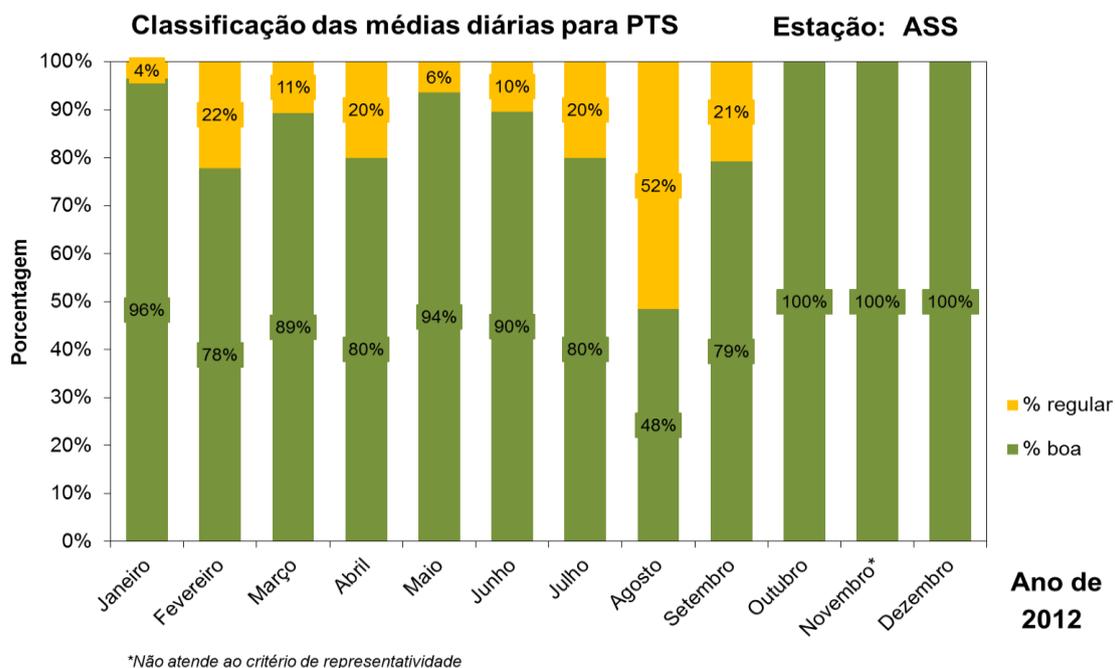


Gráfico 5 - Classificação das médias diárias para PTS na estação automática Assis no ano de 2012.

No Gráfico 6, observamos as classificações das médias diárias do poluente PTS no ano de 2012 na estação COL. Em Colombo foi registrado o maior número de violações do ano para este poluente em toda a RMC: foram dezoito violações classificadas como INADEQUADA e seis classificadas como MÁ, ou seja, o padrão diário da qualidade do ar de $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$, para este poluente, foi ultrapassado 24 vezes em 2012.

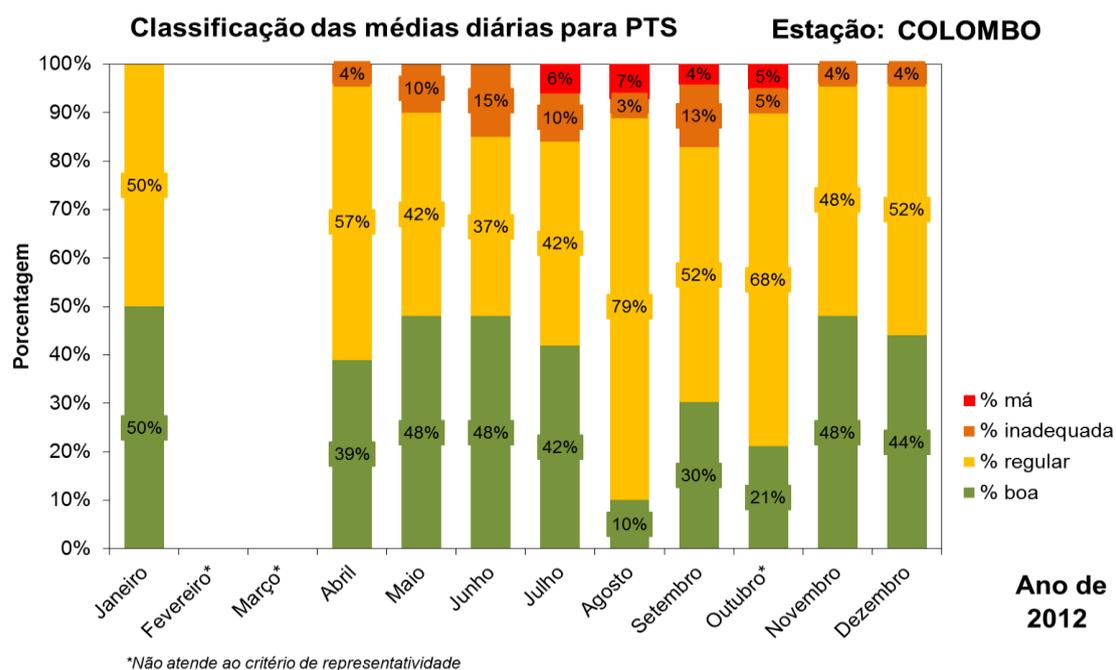
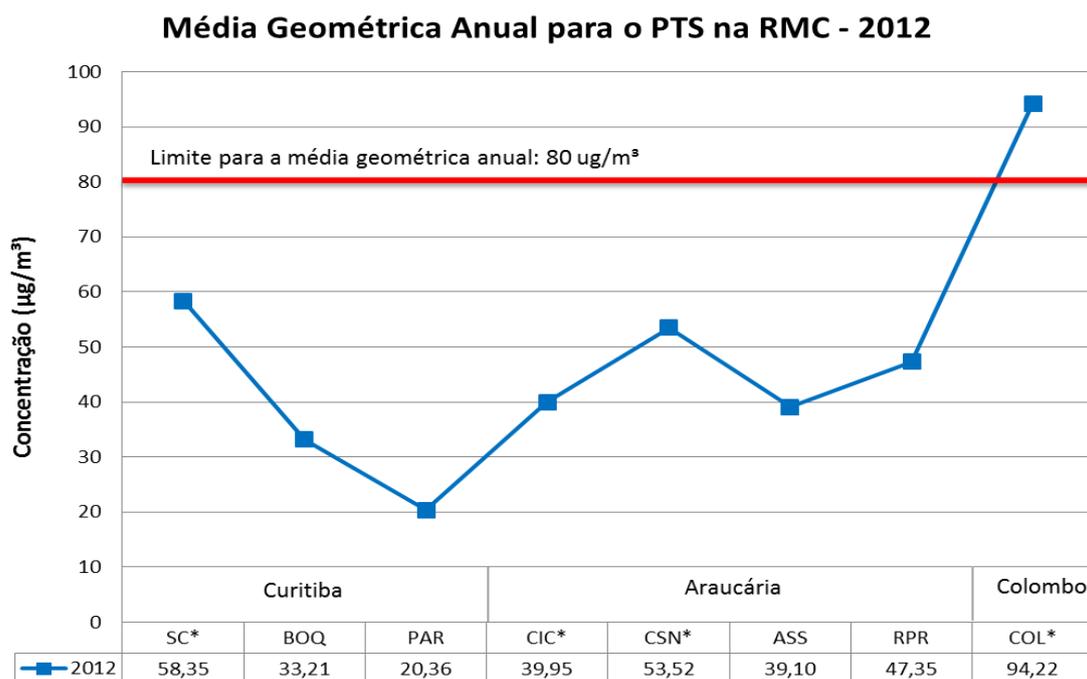


Gráfico 6 - Classificação das médias diárias para PTS na estação Colombo no ano de 2012.

A maior média geométrica anual registrada entre todas as estações de monitoramento e que atende ao critério de representatividade foi de 47,35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na estação automática RPR, localizada em Araucária, ficando abaixo do limite da média anual que é de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, conforme apresentado no Gráfico 7.



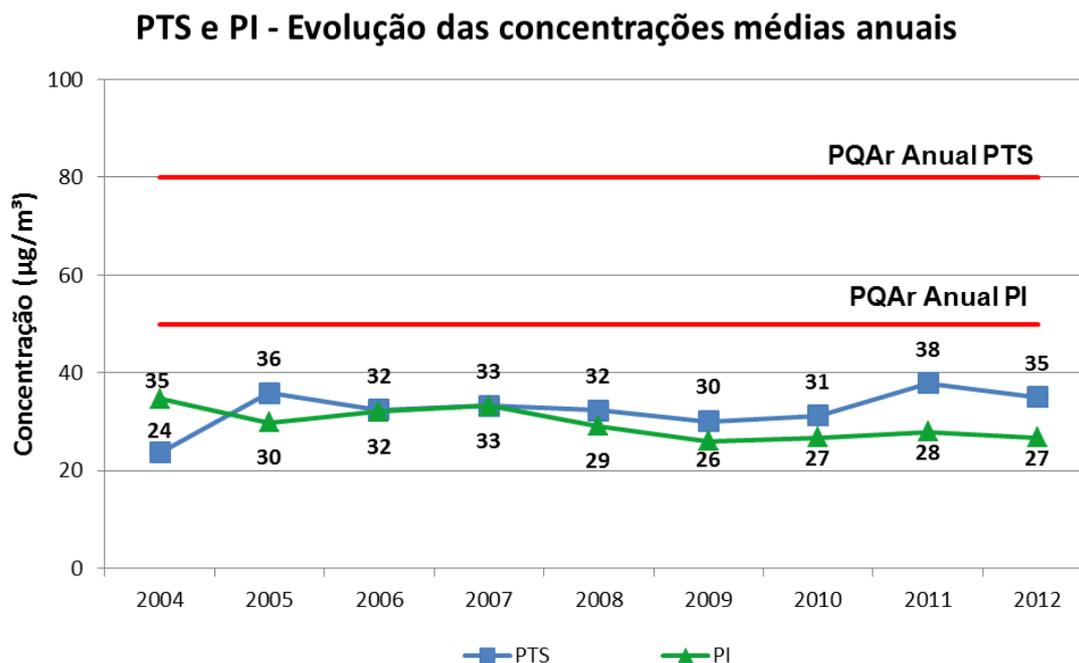
*Não atende ao critério de representatividade.

Gráfico 7 – Comportamento do poluente PTS na RMC no ano de 2012.

Comparando a média anual para as PTS do ano de 2012 com o ano de 2011, observa-se uma redução de 28% da média anual registrada na estação ASSIS: de 54,11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em 2011 para 39,10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em 2012. Nas demais estações, as médias anuais em 2012 mantiveram-se nos mesmos patamares das de 2011.

O Gráfico 8 representa a evolução das concentrações médias anuais para as Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Partículas Inaláveis (PI) no período de 2004 a 2012, 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 6, 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 2012. Exceção: CIC e CSN.

Em 2004 apenas a estação PAR monitorou o parâmetro PTS.

Gráfico 8 – Evolução das concentrações médias anuais para as Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Partículas Inaláveis (PI) no período de 2004 a 2012 monitoradas nas estações automáticas da Região Metropolitana de Curitiba.

No Gráfico 9 observamos o histórico das classificações das médias diárias para as PTS na estação manual Santa Casa (SC), no período de 1990 a 2012. Observa-se que nos últimos dez anos a classificação REGULAR variou de 46 % (máximo) a 22 % (mínimo) e a classificação BOA, variou de 54 % (mínimo) a 78 % (máximo). Observa-se também que em 2011 foi registrada a maior porcentagem de classificação BOA para as PTS na estação Santa Casa nos últimos 15 anos, observando uma pequena diminuição em 2012 para 72 %.

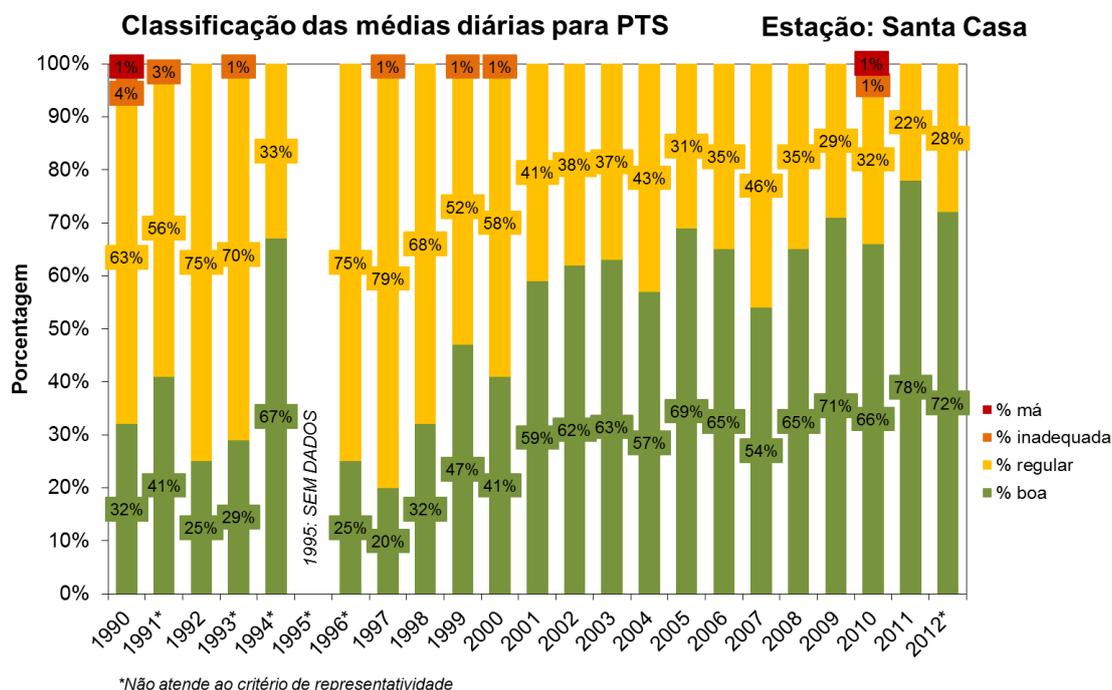


Gráfico 9 - Classificação das médias diárias para as PTS na estação Santa Casa entre 1990-2012.

3.2.2. Fumaça

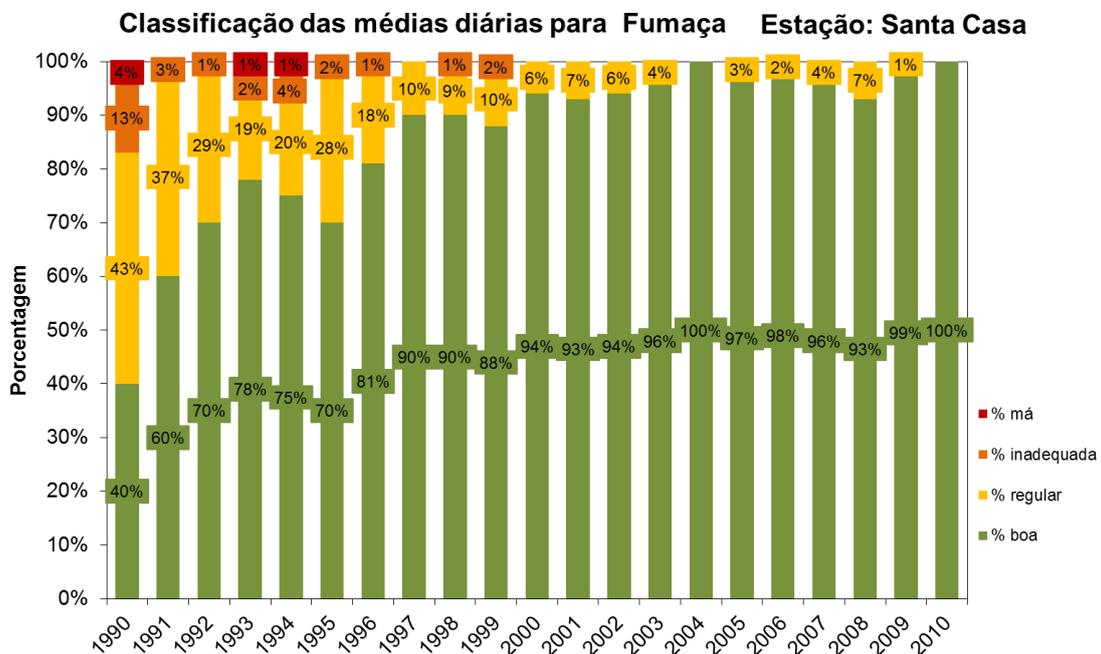
O poluente Fumaça foi monitorado em três localidades no ano de 2010, uma na cidade de Curitiba na estação Santa Casa (SC), e duas em Araucária, nas estações Seminário (SEM) e São Sebastião (SS). Nos anos de 2011 e 2012 este parâmetro não foi monitorado devido à problemas nos equipamentos, que por serem importados há grande dificuldade de compra de peças para reposição. A Tabela 9 permanecerá no relatório e será discutida posteriormente a permanência deste parâmetro ou não no relatório anual.

Tabela 9 - Resultados do monitoramento de Fumaça - poluente não monitorado em 2012

Monitoramento de Fumaça no ano de 2012				
Fumaça* Estação: Curitiba, Santa Casa (SC) Disponibilidade 24h: 0 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 0	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 0,00 µg/m³			
	Média diária máxima: 0,00 µg/m³			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero.			
Fumaça* Estação: Curitiba, São Sebastião (SS) Disponibilidade 24h: 0 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 0	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 0,00 µg/m³			
	Média diária máxima: 0,00 µg/m³			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero.			
Fumaça* Estação: Araucária, Seminário (SEM) Disponibilidade 24h: 0 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 0	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 0,00 µg/m³			
	Média diária máxima: 0,00 µg/m³			
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero.			

*Não atende ao critério de representatividade.

No Gráfico 10 observamos o histórico das classificações das médias diárias para o poluente Fumaça na estação Santa Casa (SC) de 1990 a 2010. Observa-se uma melhoria a partir do ano 2000, similar com o que acontece para o poluente PTS.



*Não atende ao critério de representatividade

Gráfico 10 - Classificação das médias diárias para Fumaça na estação Santa Casa de 1990 - 2010.

3.2.3. Partículas Inaláveis (PI)

As Partículas Inaláveis (PI) foram monitoradas em sete estações de monitoramento na RMC, sendo três na cidade de Curitiba, estações BOQ, CIC e PAR, três na cidade de Araucária, estações CSN, 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 10.

Tabela 10 - Resultados do monitoramento de PI. (continua)

Monitoramento de Partículas Inaláveis (PI) no ano de 2012				
PI Estação: Curitiba, Boqueirão (BOQ) Disponibilidade 24h: 90,7 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 299	REGULAR: 33	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 23,92 µg/m³			
	Média diária máxima: 119 µg/m³ (em 03 de julho de 2012). Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero .			
PI* Estação: Curitiba, CIC (CIC) Disponibilidade 24h: 67,5 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 209	REGULAR: 38	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 30,17 µg/m³			
	Média diária máxima: 123 µg/m³ (em 10 de agosto de 2012). Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero .			
PI* Estação: Araucária, CSN (CSN) Disponibilidade 24h: 59,8 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 192	REGULAR: 27	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 29,32 µg/m³			
	Média diária máxima: 104 µg/m³ (em 03 de julho de 2012). Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero .			
PI Estação: Curitiba, Ouvidor Pardinho (PAR) Disponibilidade 24h: 85,5 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 299	REGULAR: 13	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 18,75 µg/m³			
	Média diária máxima: 109 µg/m³ (em 03 de julho de 2012). Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero .			
PI Estação: Araucária, REPAR (RPR) Disponibilidade 24h: 80,1 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 254	REGULAR: 39	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 32,93 µg/m³			
	Média diária máxima: 125 µg/m³ (em 22 de agosto de 2012). Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero .			
PI Estação: Araucária, UEG (UEG) Disponibilidade 24h: 86,3 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 263	REGULAR: 53	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 31,53 µg/m³			
	Média diária máxima: 143 µg/m³ (em 03 de julho de 2012). Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero .			

Tabela 10 - Resultados do monitoramento de PI. (conclusão)

Monitoramento de Partículas Inaláveis (PI) no ano de 2012				
PI* Estação: Colombo Disponibilidade 24h: 61,7 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 169	REGULAR: 50	INADEQUADA: 6	MÁ: 1
	Média anual: 39,29 µg/m³			
	Média diária máxima: 278 µg/m³ (em 02 de setembro de 2012).			
Nº de ultrapassagens das médias diárias: 7 (sete).				

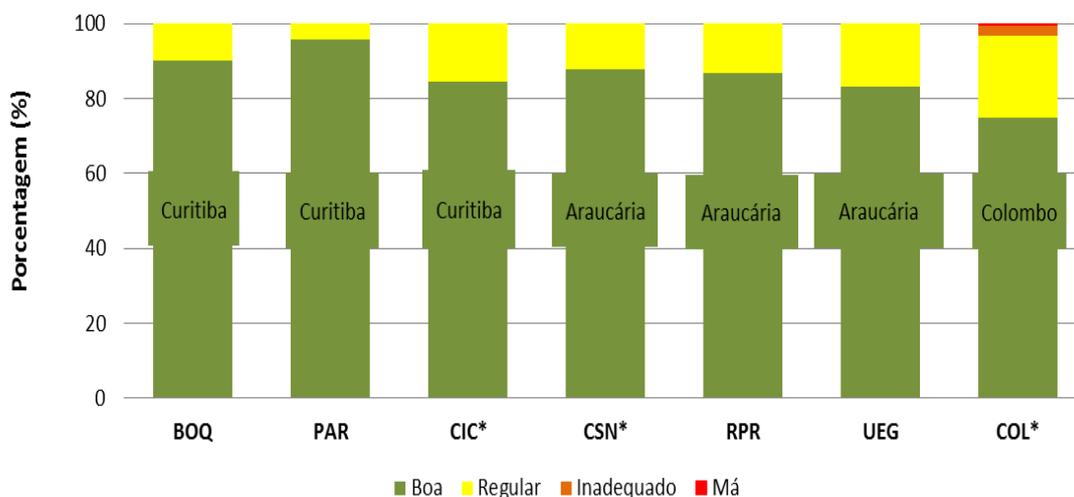
*Não atende ao critério de representatividade.

No Gráfico 11 podemos observar que a maior parte do período avaliado apresentou classificação BOA e REGULAR, com médias anuais em Curitiba de 23,92 µg/m³ na estação BOQ, 30,17 µg/m³ na estação CIC e 18,75 µg/m³ na estação PAR, valores estes abaixo do padrão primário de 50 µg/m³ estabelecido na Resolução do CONAMA N° 03/90 e abaixo dos valores obtidos em 2011. Para as estações localizadas em Curitiba não foram registradas violações ao padrão estabelecido para as médias de 24 horas.

Na cidade de Araucária verificamos um aumento do período avaliado classificado como REGULAR (Gráfico 11). Foram registradas médias anuais de 29,32 µg/m³ na estação CSN, 32,93 µg/m³ na estação RPR e 31,53 µg/m³ na estação UEG. Estes valores também estão abaixo do padrão primário de 50 µg/m³ e bem próximos dos valores registrados em 2011. Para as médias de 24 horas não foram verificadas violações, conforme Gráfico 11 e Tabela 10.

No município de Colombo, a estação manual COL registrou média anual de 39,29 µg/m³, valor este abaixo do padrão primário de 50 µg/m³ e abaixo do verificado em 2011, 45,70 µg/m³. Para as médias de 24 horas foram verificadas violações em sete dias na estação COL, conforme Gráfico 11 e Tabela 10. Em 2011, foram apenas quatro violações.

Classificação das Partículas Inaláveis (PI) - 2012



*Não atende ao critério de representatividade

Gráfico 11 - Classificação das médias diárias para as PI nas estações de monitoramento em 2012.

3.2.4. Dióxido de Enxofre (SO₂)

O Dióxido de Enxofre, SO₂, é a substância com o maior número de pontos monitorados na RMC. Este parâmetro foi monitorado em onze estações de monitoramento no ano de 2012, sendo oito automáticas e três manuais. As classificações das médias diárias, médias anuais e as médias diárias máximas estão apresentadas na Tabela 11 para as estações automáticas e na Tabela 12 para as estações manuais.

Tabela 11 - Resultados do monitoramento de SO₂ nas estações automáticas.

Monitoramento de Dióxido de Enxofre (SO ₂) no ano de 2012				
SO₂ Estação: Araucária, Assis (ASS) Disponibilidade 24h: 96,7 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 353	REGULAR: 1	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 6,80 µg/m³			
	Média diária máxima: 93 µg/m³ (em 05 de janeiro de 2012).			
Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero .				
SO₂* Estação: Curitiba, Boqueirão (BOQ) Disponibilidade 24h: 77,0 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 282	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 0,43 µg/m³			
	Média diária máxima: 7 µg/m³ (em 14 de junho de 2012).			
Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero .				
SO₂ Estação: Curitiba, CIC (CIC) Disponibilidade 24h: 97,8 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 358	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 3,97 µg/m³			
	Média diária máxima: 30 µg/m³ (em 02 de janeiro de 2012).			
Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero .				
SO₂* Estação: Araucária, CSN (CSN) Disponibilidade 24h: 71,0 %	Nº de classificações das médias diárias (fevereiro – dezembro)			
	BOA: 235	REGULAR: 25	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 28,34 µg/m³			
	Média diária máxima: 286 µg/m³ (em 09 de novembro de 2012).			
Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero .				
SO₂ Estação: Curitiba, Ouidor Pardinho (PAR) Disponibilidade 24h: 91,2 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 333	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 1,72 µg/m³			
	Média diária máxima: 23 µg/m³ (em 13 de novembro de 2012).			
Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero .				
SO₂ Estação: Araucária, REPAR (RPR) Disponibilidade 24h: 88,3 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 321	REGULAR: 2	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 5,37 µg/m³			
	Média diária máxima: 190 µg/m³ (em 01 de janeiro de 2012).			
Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero .				
SO₂ Estação: Curitiba, Santa Cândida (STA) Disponibilidade 24h: 93,4 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 342	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 4,80 µg/m³			
	Média diária máxima: 11 µg/m³ (em 14 de julho de 2012).			
Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero .				
SO₂ Estação: Araucária, UEG (UEG) Disponibilidade 24h: 89,1 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 326	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média anual: 2,58 µg/m³			
	Média diária máxima: 40 µg/m³ (em 05 de janeiro de 2012).			
Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero .				

*Não atende ao critério de representatividade.

Tabela 12 - Resultados do monitoramento de SO₂ nas estações manuais.

Monitoramento de Dióxido de Enxofre (SO₂) no ano de 2012	
SO₂ Estação: Curitiba, Santa Casa (SC) Disponibilidade 24h: 98,1 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)
	BOA: 359 REGULAR: 0 INADEQUADA: 0 MÁ: 0
	Média anual: 2,12 µg/m³
	Média diária máxima: 18 µg/m³ (em 24 de fevereiro de 2012).
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero .
SO₂ Estação: Araucária, São Sebastião (SS) Disponibilidade 24h: 98,4 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)
	BOA: 360 REGULAR: 0 INADEQUADA: 0 MÁ: 0
	Média anual: 1,14 µg/m³
	Média diária máxima: 19 µg/m³ (em 24 de fevereiro de 2012).
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero .
SO₂ Estação: Araucária, Seminário (SEM) Disponibilidade 24h: 96,2 %	Nº de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)
	BOA: 352 REGULAR: 0 INADEQUADA: 0 MÁ: 0
	Média anual: 1,70 µg/m³
	Média diária máxima: 29 µg/m³ (em 22 de agosto de 2012).
	Nº de ultrapassagens das médias diárias: zero .

Em Curitiba todas as médias diárias obtidas no período enquadram-se na classificação BOA. As médias anuais, apresentadas nas Tabelas 11 e 12, mantiveram-se abaixo do limite do padrão primário de 80 µg/m³, estabelecido na Resolução do CONAMA N° 03/90. Este resultado segue a tendência já observada no ano de 2011.

Para a cidade de Araucária observamos neste período que a maior parte, aproximadamente 92 %, dos dias monitorados permaneceu na condição BOA e 8 % na condição REGULAR, não havendo ultrapassagens do padrão estabelecido na legislação.

No Gráfico 12 podemos observar as médias anuais e as máximas em todas as estações de monitoramento para o poluente SO₂.

Comportamento do Dióxido de Enxofre - 2012

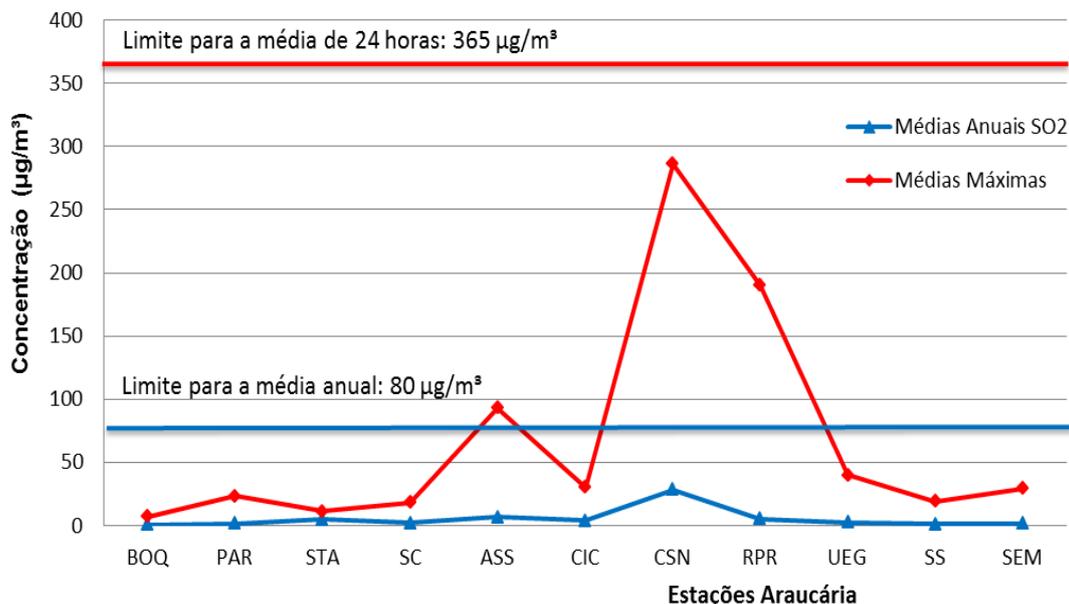
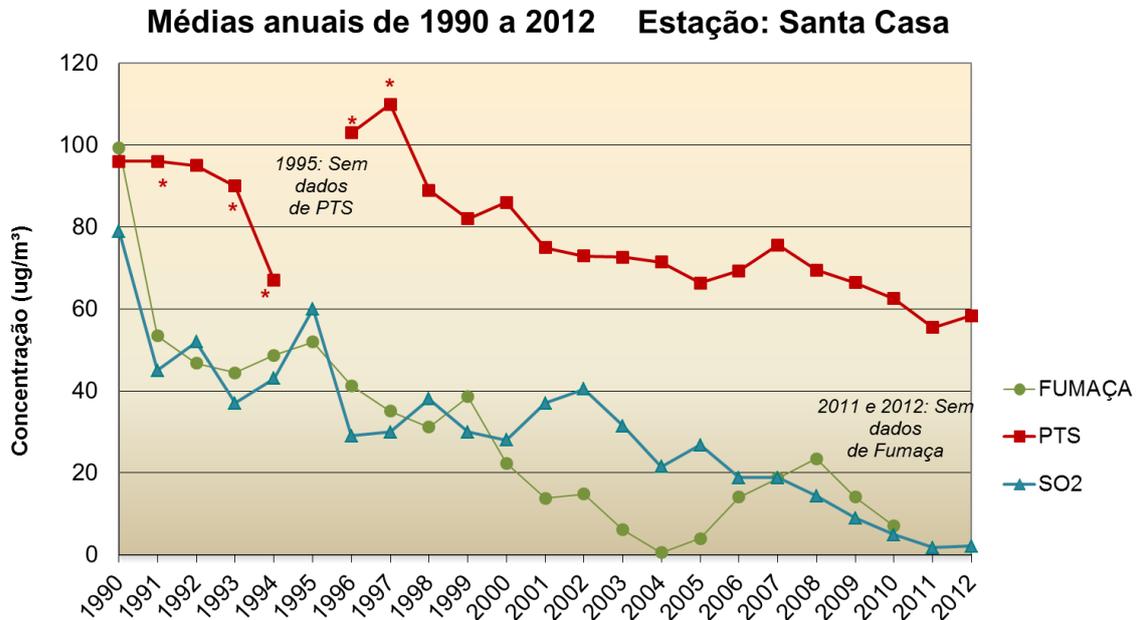


Gráfico 12 - Médias anuais para o Dióxido de Enxofre em toda a rede da RMC.

Analisando o Gráfico 12, 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 13 as concentrações destes poluentes nos últimos 22 anos. Podemos observar que estes poluentes, considerados primários, emitidos diretamente pela fonte emissora, apresentam uma diminuição progressiva de suas emissões nos últimos 5 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 específica do Paraná (Resolução SEMA N° 054/06). Outro fator importante foi a melhoria das

tecnologias dos veículos a combustão e em específico à redução do teor de enxofre dos combustíveis, tanto industrial como automotivo.

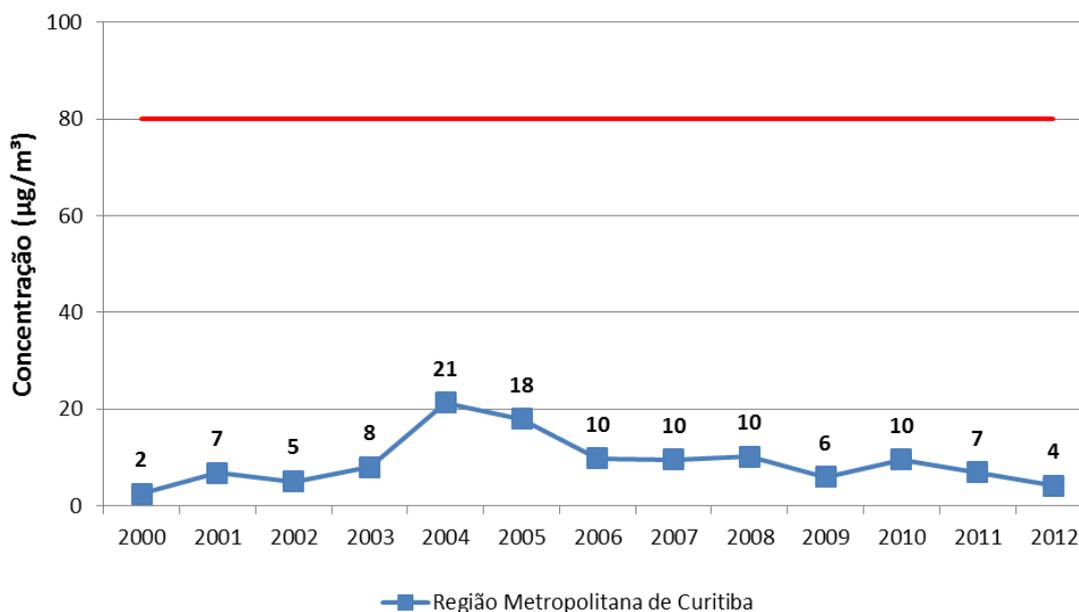


* Não atende ao critério de representatividade

Gráfico 13 - Médias anuais para SO₂, Fumaça e PTS no período de 1990 a 2012 na estação Santa Casa.

No Gráfico 14 está representada a evolução das concentrações médias anuais para o Dióxido de Enxofre no período de 2000 a 2012, monitorado 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 6, ou seja, a estação que apresentou média anual não representativa não foi considerada para calcular a média das médias anuais do ano avaliado.

SO₂ - Evolução das concentrações médias anuais



Base: todas as estações automáticas com representatividade anual em 2012. Exceção: BOQ e CSN.

Gráfico 14 – Evolução das concentrações médias anuais para o Dióxido de Enxofre no período de 2000 a 2012 monitorado nas estações automáticas da Região Metropolitana de Curitiba.

3.2.5. Monóxido de Carbono (CO)

A primeira estação a monitorar esta substância foi à estação BOQ que registrou as concentrações de CO a partir de 2001. Desde agosto de 2002 o parâmetro CO também é monitorado nas estações PAR e CSN. Em maio e junho de 2003 entraram mais duas estações em operação, UEG e RPR. Até este período a grande maioria das concentrações se enquadrava na categoria BOA.

No ano de 2004, obtivemos 15 casos na categoria REGULAR e 1 na categoria INADEQUADO.

Em 2005, o analisador de CO da estação PAR apresentou problemas não sendo possível apresentar resultados. Nas demais estações, obtivemos

oito casos de categoria REGULAR e um caso na categoria INADEQUADO na estação RPR.

Em 2006 o poluente CO, foi monitorado em cinco estações. Em Curitiba nas estações PAR e BOQ, e em Araucária nas estações UEG, RPR e CSN. Os resultados apresentaram 23 casos na categoria REGULAR, sendo onze na estação BOQ, seis na estação PAR, duas na UEG e quatro na estação RPR.

No ano de 2007 o CO foi monitorado em cinco estações. Em Curitiba, nas estações PAR e BOQ, e em Araucária nas estações UEG, RPR e CSN. Os resultados indicaram que 96,4% foram classificados na categoria BOA e 3,6% na categoria REGULAR. Em todas as outras estações os resultados apresentados se enquadraram na categoria BOA.

Em 2008 o poluente CO foi monitorado em duas estações em Araucária, RPR e UEG. Nas duas estações os resultados obtidos se enquadram na categoria BOA.

Para o ano de 2009 o poluente CO foi monitorado em três estações, sendo uma em Curitiba, estação BOQ, e duas em Araucária, nas estações RPR e UEG. Os resultados apresentaram classificação REGULAR em quatro situações, sendo que os demais resultados apresentaram classificação BOA.

No ano de 2010, o poluente monóxido de carbono, CO, foi monitorado em duas estações, sendo uma em Curitiba, estação BOQ, e outra em Araucária, na estação RPR. Nas duas estações os resultados obtidos se enquadraram na categoria BOA.

Em 2011, o poluente monóxido de carbono, CO, foi monitorado em cinco estações. Em Curitiba, nas estações BOQ, CIC e PAR e, em Araucária nas estações RPR e UEG. Os resultados estão apresentados no relatório anual de 2011 disponível no site do IAP.

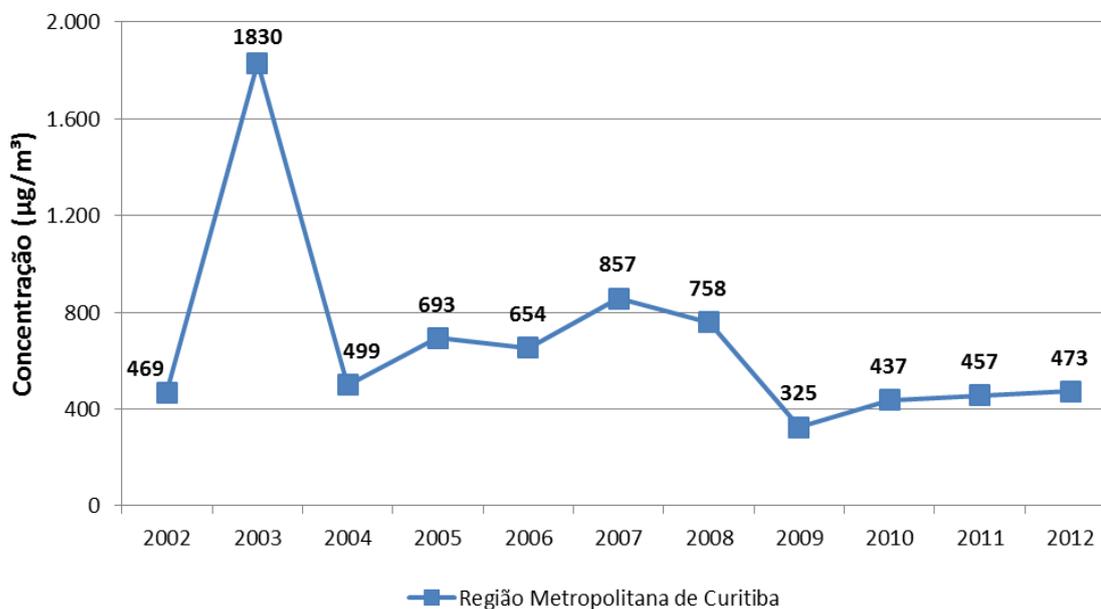
No ano de 2012, as estações BOQ, CIC e PAR, localizadas em Curitiba, e as estações RPR e UEG, localizadas em Araucária, monitoraram o poluente Monóxido de Carbono. Na Tabela 13 é apresentada a classificação das médias de 8 horas, médias anuais e máximas no período. Observamos que 97,8% dos dias foram classificados como BOA nas cinco estações monitoradas. Apenas a estação CIC apresentou classificação REGULAR durante o ano de 2012.

Tabela 13 - Resultados do monitoramento de Monóxido de Carbono, CO.

Monitoramento de Monóxido de Carbono (CO) no ano de 2012				
CO Estação: Curitiba, Boqueirão (BOQ) Disponibilidade 8h: 87,7 %	Nº de classificações das médias para 8 horas (janeiro – dezembro)			
	BOA: 963	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média máxima 8 horas: 4.034 µg/m³ (em 20 de julho de 2012, das 16 às 23 h).			
	Nº de ultrapassagens das médias de 8 horas: zero.			
CO Estação: Curitiba, CIC (CIC) Disponibilidade 8h: 98,1 %	Nº de classificações das médias para 8 horas (janeiro – dezembro)			
	BOA: 1.067	REGULAR: 10	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média máxima 8 horas: 7.409 µg/m³ (em 02 de julho de 2012, das 16 às 23 h).			
	Nº de ultrapassagens das médias de 8 horas: zero.			
CO Estação: Curitiba, Ouvidor Pardinho (PAR) Disponibilidade 8h: 89,8 %	Nº de classificações das médias para 8 horas (janeiro – dezembro)			
	BOA: 986	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média máxima 8 horas: 4.483 µg/m³ (em 02 de julho de 2012, das 16 às 23 h).			
	Nº de ultrapassagens das médias de 8 horas: zero.			
CO Estação: Araucária, REPAR (RPR) Disponibilidade 8h: 88,7 %	Nº de classificações das médias para 8 horas (janeiro – dezembro)			
	BOA: 974	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média máxima 8 horas: 1.948 µg/m³ (em 29 de outubro de 2012, das 16 às 23h).			
	Nº de ultrapassagens das médias de 8 horas: zero.			
CO Estação: Araucária, UEG (UEG) Disponibilidade 8h: 90,4 %	Nº de classificações das médias para 8 horas (janeiro – dezembro)			
	BOA: 993	REGULAR: 0	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média máxima 8 horas: 3.281 µg/m³ (em 02 de julho de 2012, das 16 às 23 h).			
	Nº de ultrapassagens das médias de 8 horas: zero.			

O Gráfico 15 apresenta a evolução das concentrações médias anuais para o Monóxido de Carbono no período de 2002 a 2012, monitorado 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 6, ou seja, a estação que apresentou média anual não representativa não foi considerada para calcular a média das médias anuais do ano avaliado.

CO - Evolução das concentrações médias anuais



Base: todas as estações automáticas com representatividade anual em 2012.

Gráfico 15 – Evolução das concentrações médias anuais para o Monóxido de Carbono no período de 2002 a 2012 monitorado nas estações automáticas da Região Metropolitana de Curitiba.

3.2.6. Ozônio (O₃)

As concentrações de O₃ foram registradas em oito estações, sendo quatro em Curitiba, estações BOQ, CIC, PAR e STC, e quatro em Araucária, estações ASS, UEG, CSN e RPR. A Tabela 14 apresenta os resultados e as classificações das médias horárias e as médias horárias máximas no período. No ano de 2012 foram registradas quatro violação da média horária máxima, todas em Araucária.

Tabela 14 - Resultados do monitoramento de O₃.

Monitoramento de Ozônio (O ₃) no ano de 2012				
O₃ Estação: Araucária, Assis (ASS) Disponibilidade 1h: 97,8 %	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 8.326	REGULAR: 259	INADEQUADA: 2	MÁ: 0
	Média horária máxima: 169 µg/m³ (em 31 de janeiro de 2012, das 13 às 14 h).			
Nº de ultrapassagens das médias horárias: duas.				
O₃ Estação: Curitiba, Boqueirão (BOQ) Disponibilidade 1h: 99,9 %	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 8.486	REGULAR: 291	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média horária máxima: 139 µg/m³ (em 01 de dezembro de 2012, das 11 às 12 h).			
Nº de ultrapassagens das médias horárias: zero.				
O₃ Estação: Curitiba, CIC (CIC) Disponibilidade 1h: 97,7 %	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 8.193	REGULAR: 387	INADEQUADA: 1	MÁ: 0
	Média horária máxima: 164 µg/m³ (em 15 de setembro de 2012, das 14 às 15 h).			
Nº de ultrapassagens das médias horárias: 1 (uma).				
O₃ Estação: Araucária, CSN (CSN) Disponibilidade 1h: 85,7 %	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 7.452	REGULAR: 76	INADEQUADA: 1	MÁ: 0
	Média horária máxima: 176 µg/m³ (em 06 de março de 2012, das 14 às 15 h).			
Nº de ultrapassagens das médias horárias: 1 (uma).				
O₃ Estação: Curitiba, Ouidor Pardinho (PAR) Disponibilidade 1h: 99,9 %	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 8.718	REGULAR: 58	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média horária máxima: 120 µg/m³ (em 01 de dezembro de 2012, das 11 às 12 h).			
Nº de ultrapassagens das médias horárias: zero.				
O₃ Estação: Araucária, REPAR (RPR) Disponibilidade 1h: 86,9 %	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 7.534	REGULAR: 100	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média horária máxima: 151 µg/m³ (em 06 de março de 2012, das 14 às 15 h).			
Nº de ultrapassagens das médias horárias: zero.				
O₃ Estação: Curitiba, Santa Cândida (STC) Disponibilidade 1h: 93,2 %	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 7.954	REGULAR: 231	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média horária máxima: 131 µg/m³ (em 07 de setembro de 2012, das 12 às 13 h).			
Nº de ultrapassagens das médias horárias: zero.				
O₃ Estação: Araucária, UEG (UEG) Disponibilidade 1h: 90,0 %	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 7.851	REGULAR: 51	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média horária máxima: 148 µg/m³ (em 22 de novembro de 2012, das 12 às 13 h).			
Nº de ultrapassagens das médias horárias: zero.				

No Gráfico 16, podemos observar o histórico das violações de Ozônio no período de 2000 a 2012.

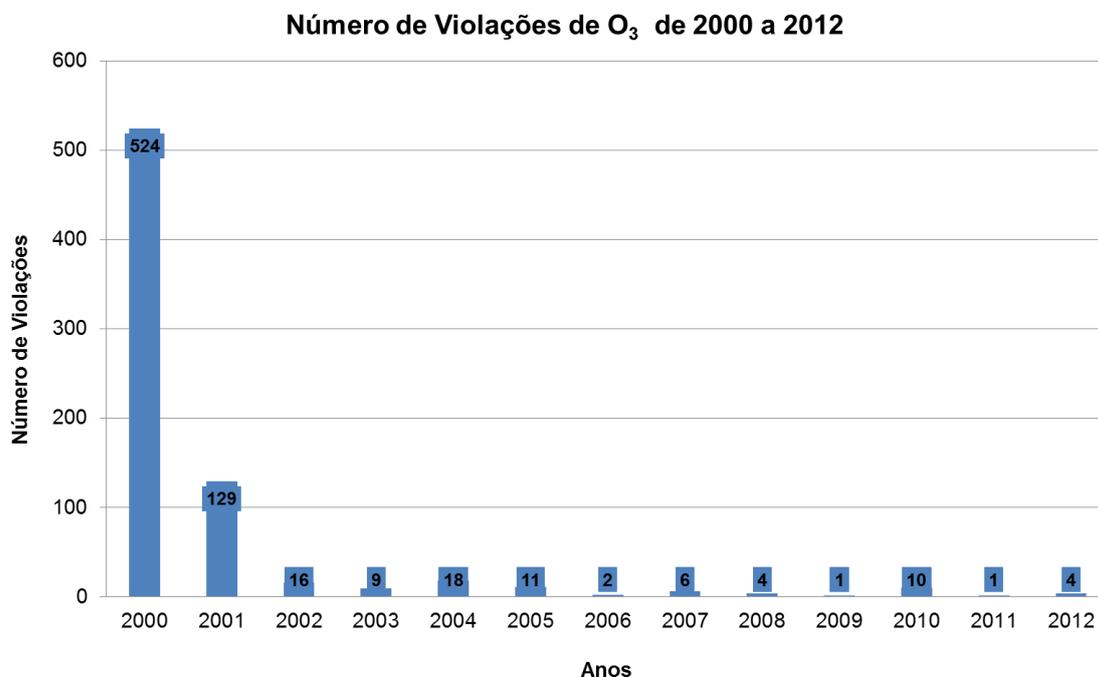


Gráfico 16 - Número de registros de violações de O₃ no período de 2000 a 2012.

O Gráfico 17 demonstra as classificações para o Ozônio nos meses de janeiro a dezembro de 2012 da estação CIC em Curitiba, estação onde houve o maior número de classificações regulares de toda a rede de monitoramento.

O Gráfico 18 apresenta a evolução das concentrações médias anuais para o Ozônio no período de 1998 a 2012, monitorado 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 6, ou seja, a estação que apresentou média anual não representativa não foi considerada para calcular a média das médias anuais do ano avaliado.

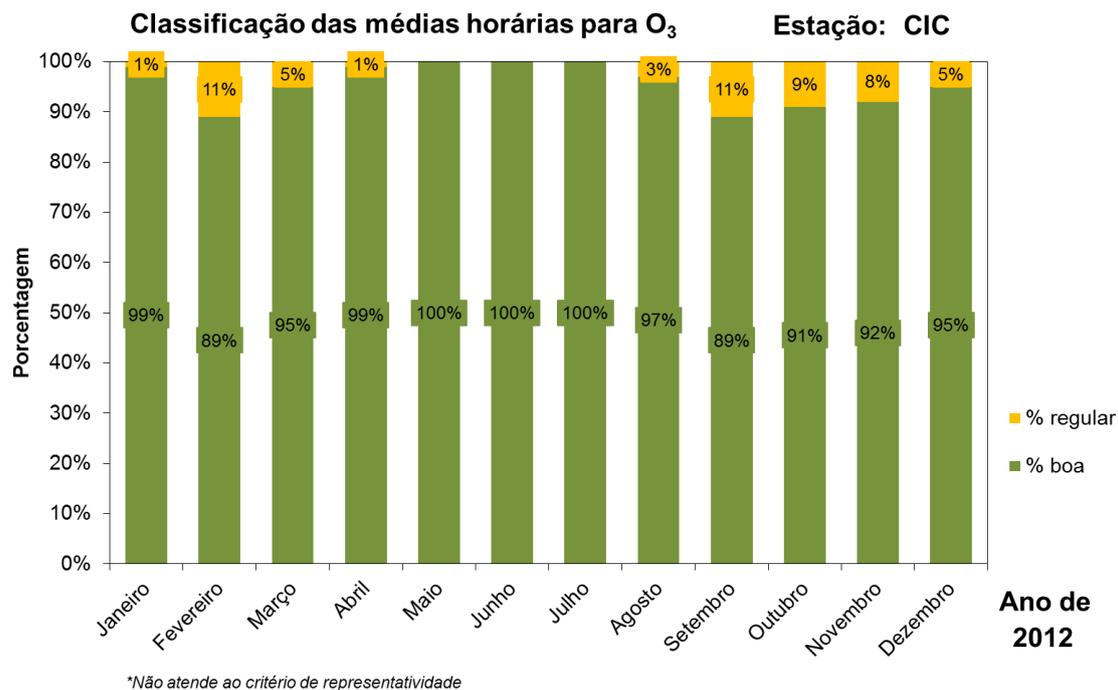
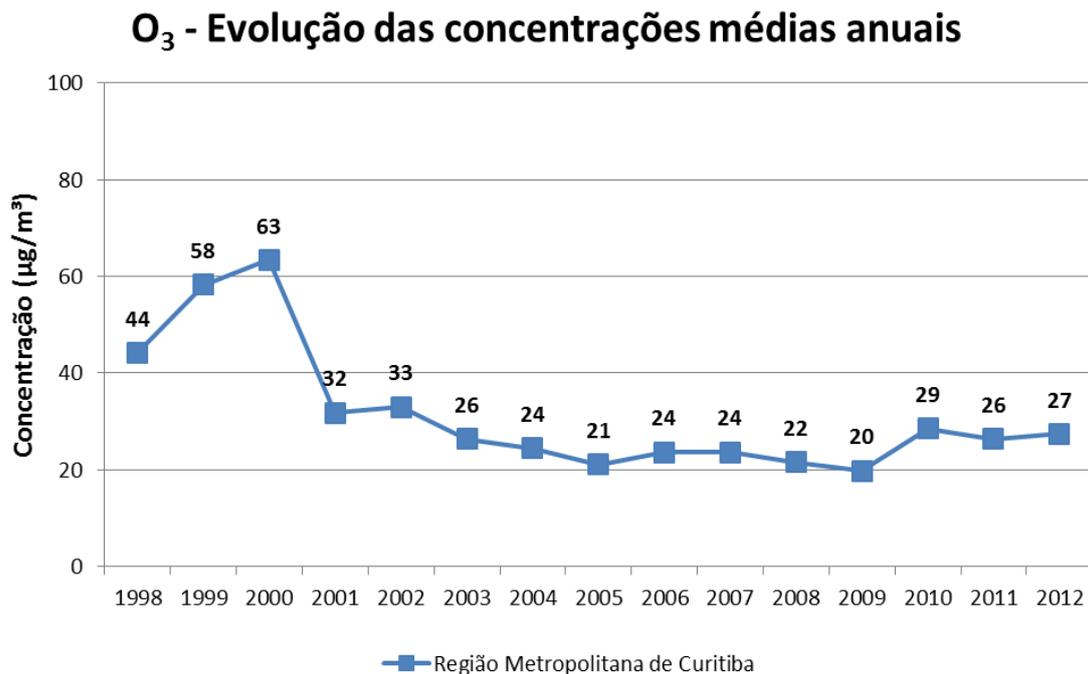


Gráfico 17 - Classificação das médias horárias para O₃ na estação CIC em 2012.



Base: todas as estações automáticas com representatividade anual em 2012.

Gráfico 18 – Evolução das concentrações médias anuais para o Ozônio no período de 1998 a 2012 monitorado nas estações automáticas da Região Metropolitana de Curitiba.

3.2.7. 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 15 são apresentadas as médias horárias, as médias horárias máximas e as médias anuais no ano de 2012.

Tabela 15 - Resultados do monitoramento de Dióxido de Nitrogênio, NO₂.

Monitoramento de Dióxido de Nitrogênio (NO ₂) no ano de 2012				
NO₂ Estação: Araucária, Assis (ASS) Disponibilidade 1h: 96,2 %	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 8415	REGULAR: 31	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média Anual: 26,54 µg/m³			
	Média horária máxima: 252 µg/m³ (em 06 de setembro de 2012, das 7 às 8 h).			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: zero .			
NO₂ Estação: Curitiba, CIC (CIC) Disponibilidade 1h: 89,8 %	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 7882	REGULAR: 3	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média Anual: 19,33 µg/m³			
	Média horária máxima: 168 µg/m³ (em 11 de maio de 2012, das 9 às 10 h).			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: zero .			
NO₂* Estação: Araucária, CSN (CSN) Disponibilidade 1h: 74,1 %	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – novembro)			
	BOA: 6103	REGULAR: 402	INADEQUADA: 3	MÁ: 0
	Média Anual: 48,90 µg/m³			
	Média horária máxima: 425 µg/m³ (em 03 de agosto de 2012, das 6 às 7 h).			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: 3 (três) .			
NO₂ Estação: Curitiba, Ouvidor Pardino (PAR) Disponibilidade 1h: 77,3 %	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 6666	REGULAR: 120	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média Anual: 38,03 µg/m³			
	Média horária máxima: 289 µg/m³ (em 02 de julho de 2012, das 22 às 23 h).			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: zero .			
NO₂ Estação: Araucária, REPAR (RPR) Disponibilidade 1h: 82,7 %	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 7220	REGULAR: 40	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média Anual: 21,84 µg/m³			
	Média horária máxima: 365 µg/m³ (em 20 de março de 2012, das 6 às 7 h).			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: zero .			
NO₂ Estação: Curitiba, Santa Cândida (STC) Disponibilidade 1h: 88,8 %	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 7773	REGULAR: 31	INADEQUADA: 0	MÁ: 0
	Média Anual: 18,00 µg/m³			
	Média horária máxima: 194 µg/m³ (em 09 de fevereiro de 2012, das 5 às 6 h).			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: zero .			
NO₂ Estação: Araucária UEG (UEG) Disponibilidade 1h: 73,2 %	Nº de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)			
	BOA: 6035	REGULAR: 397	INADEQUADA: 1	MÁ: 0
	Média Anual: 38,04 µg/m³			
	Média horária máxima: 330 µg/m³ (em 29 de junho de 2012, das 7 às 8 h).			
	Nº de ultrapassagens das médias horárias: 1 (uma) .			

*Não atende ao critério de representatividade.

No Gráfico 19 podemos observar as médias anuais e as médias máximas horárias em todas as estações que monitoraram este poluente na RMC em 2012. Nas estações de Curitiba a média anual e as médias horárias atenderam aos padrões estabelecidos de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $320 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. Nas estações da cidade de Araucária observamos que a média anual atendeu ao padrão e que foram detectadas três violações da média horária na estação CSN e uma violação na estação UEG, todas apresentando classificação INADEQUADA.

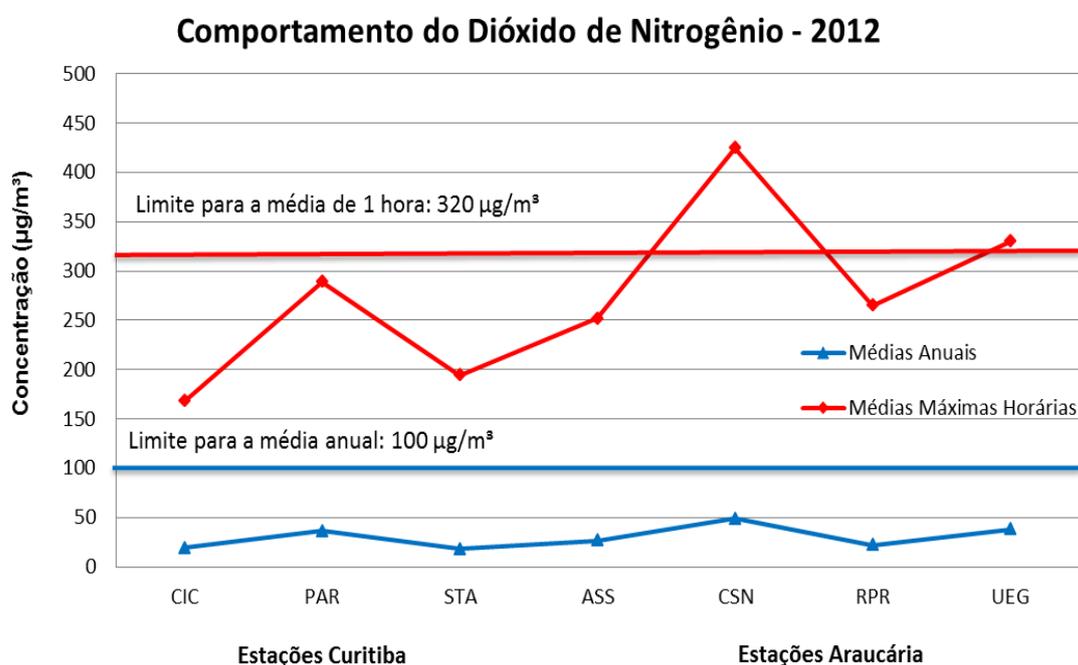
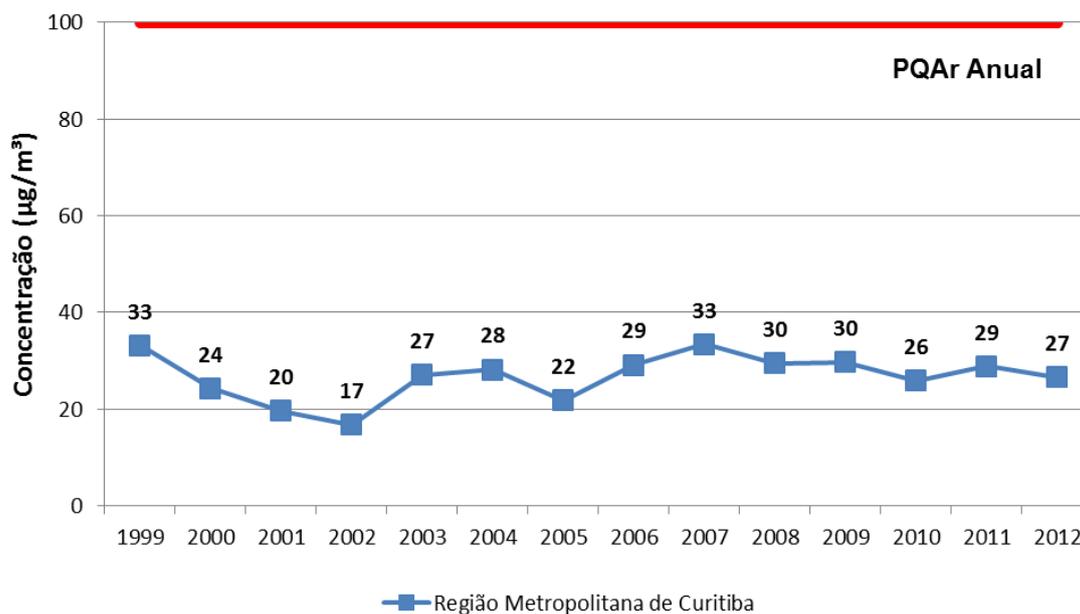


Gráfico 19 - Comportamento do Dióxido de Nitrogênio no ano de 2012 na RMC.

O Gráfico 20 apresenta a evolução das concentrações médias anuais para o Dióxido de Nitrogênio no período de 1999 a 2012, monitorado 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 6, ou seja, a estação que apresentou média anual não representativa não foi considerada para calcular a média das médias anuais do ano avaliado.

NO₂ - Evolução das concentrações médias anuais



Base: todas as estações automáticas com representatividade anual em 2012. Exceção: CSN.

Gráfico 20 – Evolução das concentrações médias anuais para o Dióxido de Nitrogênio no período de 1999 a 2012 monitorado nas estações automáticas da Região Metropolitana de Curitiba.

No Gráfico 21 são apresentadas as classificações das médias horárias da estação UEG no ano de 2012.

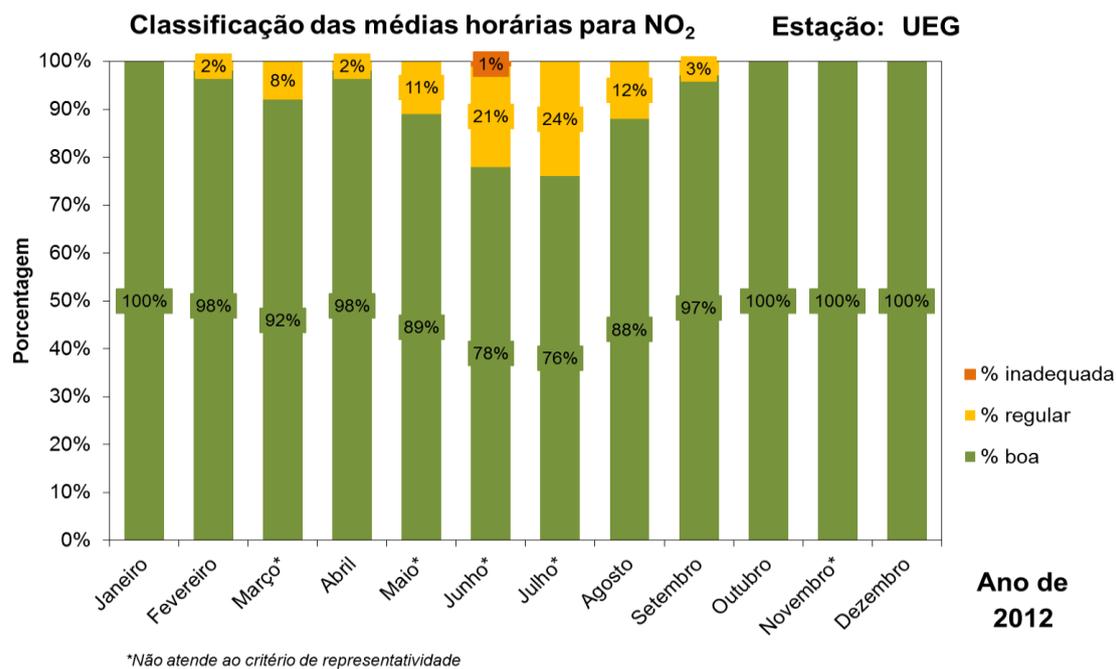


Gráfico 21 - Classificação das médias horárias para NO₂ na estação UEG.

3.3. Registro de violações aos padrões diários de qualidade do ar

Na Tabela 16, podemos observar as violações ocorridas no ano de 2012, por município, estação, e por parâmetro monitorado. Foram observadas 39 violações dos limites estipulados pela Resolução do CONAMA N° 03/90, considerando as médias de 24 horas e as médias horárias.

Tabela 16 - Quantidade de violações por parâmetros observados em 2012.

Município	Estação	PTS	Fumaça	PI	SO ₂	CO	O ₃	NO ₂	Total
	Boqueirão (BOQ)	0	*	0	0	0	0	*	0
	CIC (CIC)	0	*	0	0	0	1	0	1
	Ouvidor Pardinho (PAR)	0	*	0	0	0	0	0	0
	Santa Cândida (STC)	*	*	*	0	*	0	0	0
	Santa Casa (SC)	0	*	*	0	*	*	*	0
Araucária	Assis (ASS)	0	*	*	0	*	2	0	2
	CSN (CSN)	0	*	0	0	*	1	3	4
	REPAR (RPR)	0	*	0	0	0	0	0	0
	São Sebastião (SS)	*	*	*	0	*	*	*	0
	Seminário (SEM)	*	*	*	0	*	*	*	0
	UEG (UEG)	*	*	0	0	0	0	1	1
Colombo	Colombo (COL)	24	*	7	*	*	*	*	31
Por Município	Curitiba	0	*	0	0	0	1	0	1
	Araucária	0	*	0	0	0	3	4	7
	Colombo	24	*	7	*	*	*	*	31
Total		24	*	7	0	0	4	4	39

* Poluente não monitorado na estação.

No Gráfico 22 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) e das Partículas Inaláveis (PI).

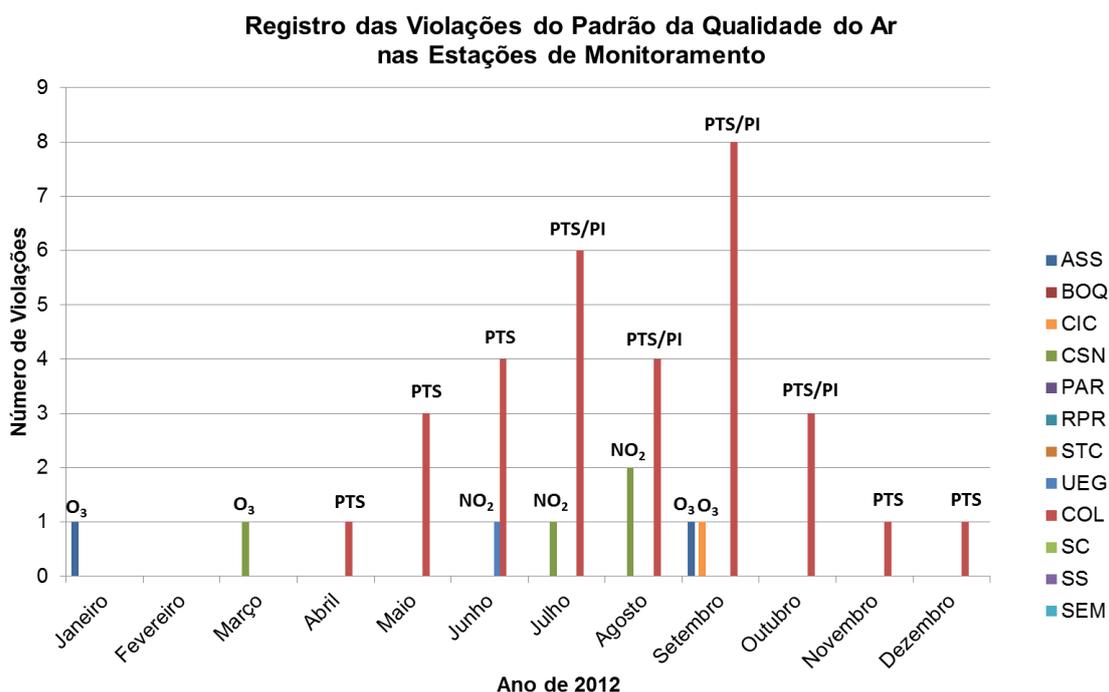


Gráfico 22 – Número de violações ocorridas no ano de 2012.

No Gráfico 23, observamos as violações do padrão primário ocorridas nos anos de 2000 a 2012. Pelos dados apresentados não verificamos uma tendência, e sim uma variação ano a ano aumentando 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 das emissões.

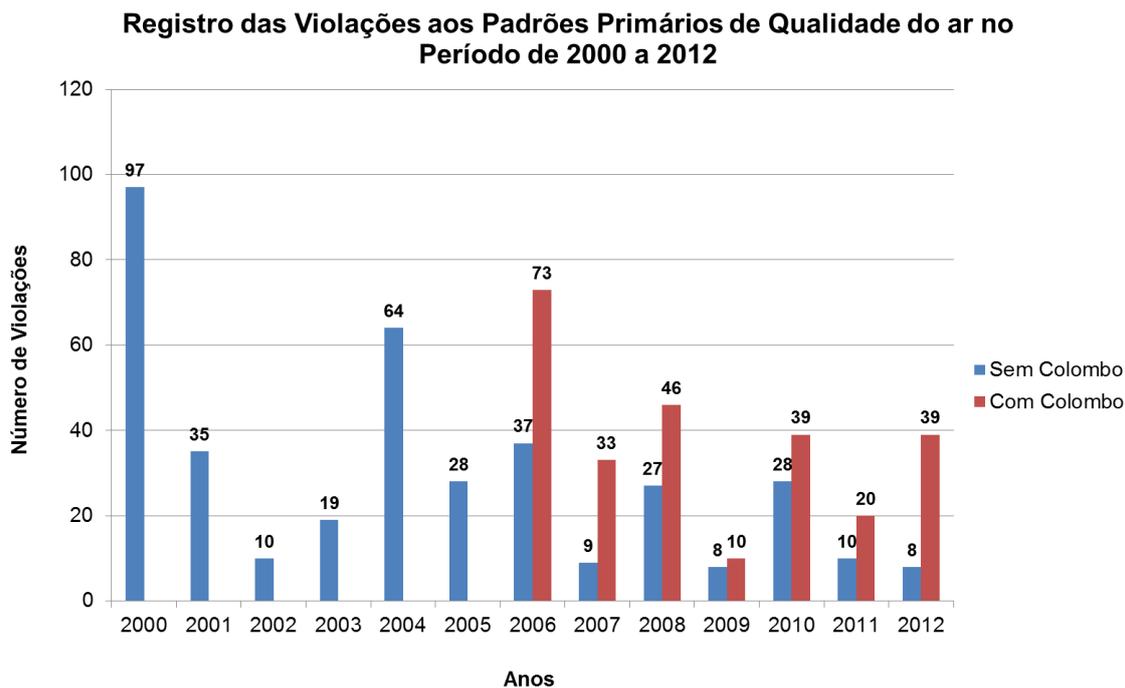


Gráfico 23 - Registro das violações aos padrões primários de qualidade do ar no período de 2000 a 2012.

Para verificarmos melhor como se comportou o clima no ano de 2012, o Gráfico 24 apresenta o índice pluviométrico ocorrido nos meses de janeiro a dezembro, indicando o número de dias em que ocorreu precipitação e a altura da mesma. Observamos que geralmente os períodos mais frios, maio a setembro, apresentam os menores volumes de chuva do ano, período que também se verifica o maior número de ultrapassagens dos padrões de qualidade do ar, principalmente pelo material particulado, PTS e PI. A ocorrência de precipitação pluviométrica, além de ser um indicador de que a atmosfera está instável, ou seja, com movimento de ar que favorece a dispersão de poluentes, promove a remoção dos mesmos, pois uma parcela significativa desses poluentes é incorporada à água da chuva. Além disso, o solo úmido evita que haja ressuspensão das partículas para a atmosfera.

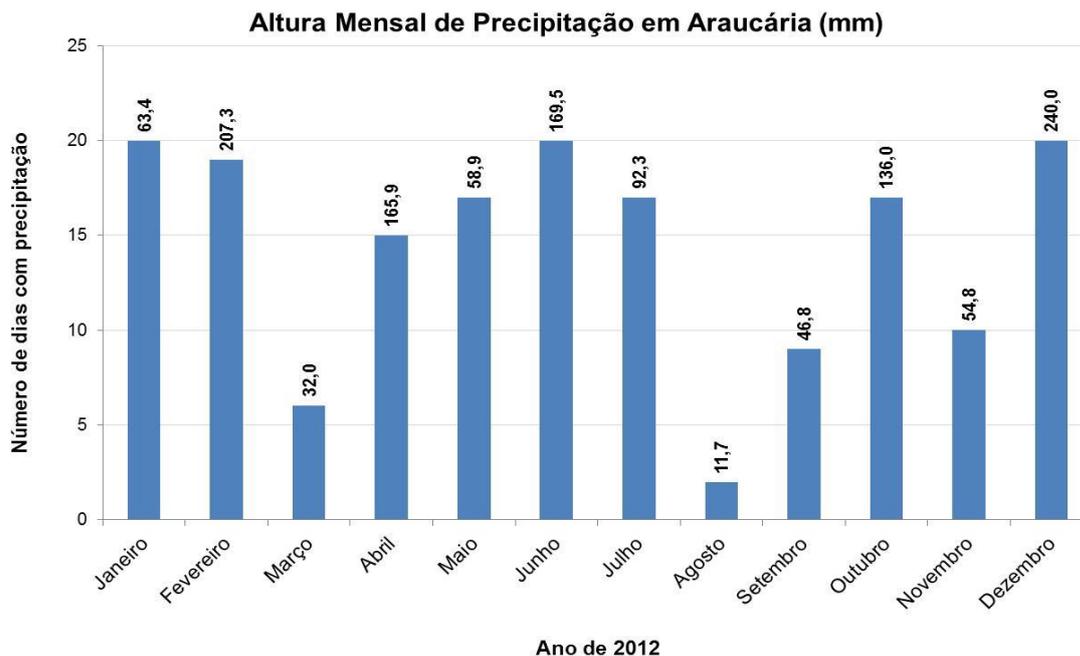


Gráfico 24 - Registro de dias e altura de precipitação (mm) no ano de 2012, na RMC.

4. 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.

4.1. 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 março de 2012, iniciou-se a revisão da Resolução objetivando sua atualização, considerando a experiência adquirida e o desenvolvimento de novas tipologias ao longo desses anos. A linha de trabalho seguida foi à participação efetiva dos técnicos do IAP, da FIEP, consultores e um assessor especialista da área de emissões atmosféricas.

4.2. 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.

4.3. 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° 054/06. As atividades potencialmente poluidoras terão que atender aos padrões estaduais de emissão e realizar e informar periodicamente ao IAP suas medições.

O procedimento está em plena execução e alimentando um banco de informações sobre as emissões das fontes fixas, contando neste ano, com 1.392 empresas cadastradas, distribuídas no Estado do Paraná, conforme Figura 2. Esses dados serão utilizados para elaboração do inventário estadual, instrumento indispensável à gestão da qualidade do ar.

O Paraná foi pioneiro na elaboração de uma legislação completa para gestão da qualidade do ar, inclusive com padrões de emissão atmosférica para fontes fixas. O sucesso na sua aplicação contribuiu para a Resolução

CONAMA N° 382 de dezembro de 2006 e a Resolução CONAMA N° 436 de dezembro de 2011.

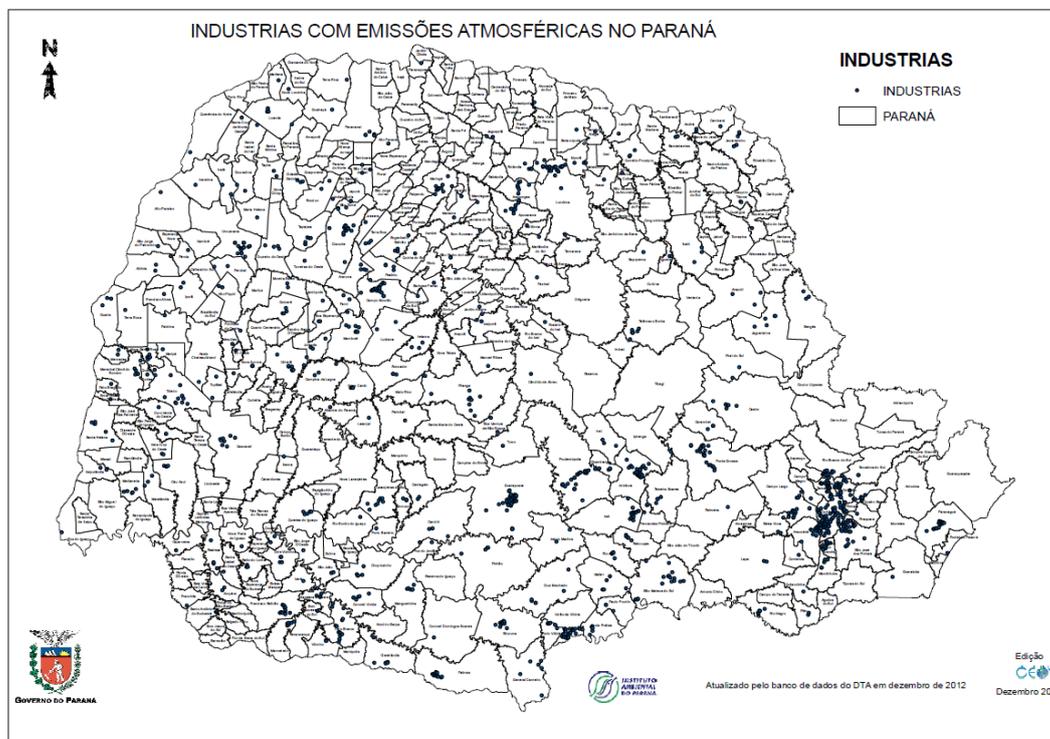


Figura 2 - Localização das indústrias com emissões atmosféricas cadastradas no estado do Paraná.

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

Em 2012 foi realizado o Inventário Estadual de Emissões Atmosféricas de Poluentes (MP, CO, NO_x e SO_x) , baseado no Banco de Dados do IAP e no Banco de Dados da Prefeitura Municipal de Curitiba, totalizando 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.

4.5. 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.

As atividades desenvolvidas no ano de 2012 deram 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.

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 disponibilização dos boletins da qualidade do ar na página eletrônica do IAP, também foi uma iniciativa importante na transparência das informações, evidenciando a evolução do setor e favorecendo a gestão de políticas públicas.

Buscando aprimorar cada vez mais a informação dos dados da Qualidade do Ar, estamos trabalhando na criação de um Sistema de Gestão que forneça informações mais ágeis, com dados em tempo real.

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.

5. CONCLUSÃO

No ano de 2012 a Rede de Monitoramento de Qualidade do Ar da RMC contou com doze estações, sendo oito estações automáticas e quatro 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.

Como pode ser observado em geral, na maior parte do tempo a Qualidade do Ar da RMC atende aos padrões da Resolução CONAMA N° 03/90, no entanto não podemos deixar de investir no seu controle e fiscalização, onde sempre existe um potencial para melhorar.

- Curitiba

Considerando os poluentes primários monitorados (poluentes emitidos diretamente pelas fontes emissoras), que são as PTS, Fumaça, PI, SO₂ e CO, não foram observadas na cidade de Curitiba, no ano de 2012, violações dos padrões de qualidade do ar estipulados na Resolução CONAMA N° 03/90. Já para os poluentes considerados secundários (poluentes formados a partir de reações na atmosfera com os poluentes primários NO, hidrocarbonetos voláteis e a radiação solar), como o O₃ e NO₂, foi observada uma violação, devido ao poluente Ozônio, registrada na estação CIC. Para o poluente NO₂ não observou-se nenhuma violação.

Todas as médias anuais dos poluentes monitorados, primários e secundários, no período atenderam aos padrões estipulados na Resolução CONAMA N° 03/90.

- Araucária

Da mesma forma, considerando a cidade de Araucária, não foram observadas violações para os poluentes primários. Para o poluente secundário NO₂, foram observadas quatro violações: uma violação na estação UEG e três na estação CSN. Para o O₃ foram registradas violações ao padrão estabelecido na estação CSN (uma violação) e na estação ASS (duas violações).

Todas as médias anuais dos poluentes monitorados em Araucária, tanto para os poluentes primários quanto para os secundários, atenderam aos padrões estipulados na Resolução CONAMA N° 03/90.

- Colombo

No caso específico da cidade de Colombo, esta estação foi instalada em 2006, após estudo preliminar que confirmou denúncias feita ao IAP sobre a poluição gerada por material particulado na região. Após várias ações de controle realizadas nos empreendimentos, inclusive com a interdição temporária das atividades de algumas empresas, a situação ainda exige monitoramento e atenção especial.

No ano de 2012, esta estação operou com os equipamentos de PTS e PI, apresentando vinte e quatro violações do padrão para o poluente PTS: dezoito classificadas como INADEQUADA e seis como MÁ, e sete para o PI: seis classificadas como INADEQUADA e uma como MÁ. No ano de 2011 foram registradas dezesseis violações do padrão para o poluente PTS e quatro violações do padrão para o poluente PI. A média anual para o poluente PTS apresentou valor de 94,22 µg/m³ não atendendo ao padrão da Resolução do CONAMA N° 03/09, que é de 80 µg/m³. Em 2011, a média anual para o poluente PTS foi de 73,80 µg/m³.

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 automatizado que proporcionará respostas rápidas e ações mais efetivas.

6. REFERÊNCIAS

ARTAXO, P. Poluição do ar: das questões globais ao meio ambiente urbano. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO AMBIENTAL, 5. 2001, São Paulo. The future of pollution regulation and enforcement: Promotória de Justiça do Estado de São Paulo, 2001, p.45-46.

BRASIL. Lei N° 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 02 de setembro de 1981.

BRASIL. Resolução CONAMA N° 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 N° 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 N° 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 N° 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 PARANAENSE DE GÁS (COMPAGÁS). **Lista de postos**. Disponível em: <
http://www.compagas.com.br/index.php/web/onde_e_como_usar_o_gas_natural/gn_p_seu_veiculo/lista_de_postos__1>. Acesso em: 31 jan. 2013.

COORDENAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA (COMEC). **Região Metropolitana de Curitiba**. Disponível em: <
<http://www.comec.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=123>>. Acesso em: 31 jan. 2013.

CRIANÇAS perdem capacidade pulmonar. Folha de São Paulo On-line, São Paulo, 18 set. 2000. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff1809200003.htm>>. Acesso em: 30 jan. 2013.

DEPARTAMENTO DE TRÂNSITO DO PARANÁ (DETRAN-PR). **Frota de veículos cadastrados no estado do Paraná – Posição em Dezembro de 2012.** Disponível em: <<http://www.detrان.pr.gov.br/arquivos/File/estatisticasdetrان/frotadeveiculoscadastradospr/2012/frotadezembro2012.pdf>>. Acesso em 30 jan. 2013.

FRONDIZE, C. A. **Monitoramento da Qualidade do Ar – Teoria e Prática** – Rio de Janeiro: E-Papers, 2008.

GÁS agrava doenças respiratórias. Folha de São Paulo On-line, São Paulo, 01 abr. 2005. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff0104200508.htm>>. Acesso em: 30 jan. 2013.

GOOGLE EARTH. Versão 7.0, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE Cidades – Curitiba – PR.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=410690#>>. Acesso em: 31 jan. 2013.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). **Perfil do município de Curitiba.** Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/perfil_municipal/MontaPerfil.php?Municipio=80000&btOk=ok>. Acesso em: 31 jan. 2013.

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.

PARANÁ. Resolução SEMA Nº 054, de 22 de dezembro de 2006. 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, 27 de dezembro de 2006.

PENNA, M. L. F.; DUCHIADE, M. P. **Contaminación del aire y mortalidad infantil for neumonia**. Boletín Oficial Sanidad Panamericana, v. 110, p. 199-206, 1991.

SALDIVA, P.; POPE, C.; SCHWARTZ, J.; DOCKERY, D.; LICHTENFELS, A. J.; SALGE, J. M.; BARONE, I.; BOHM, G. Air pollution and mortality in elderly people: a time-series study in São Paulo, Brazil. **Archives of Environmental Health**, v.50, p. 159-164, 1995.

SPIEGEL ONLINE. Ozon fördert Allergien und Asthma; edição 20 de junho de 2001.

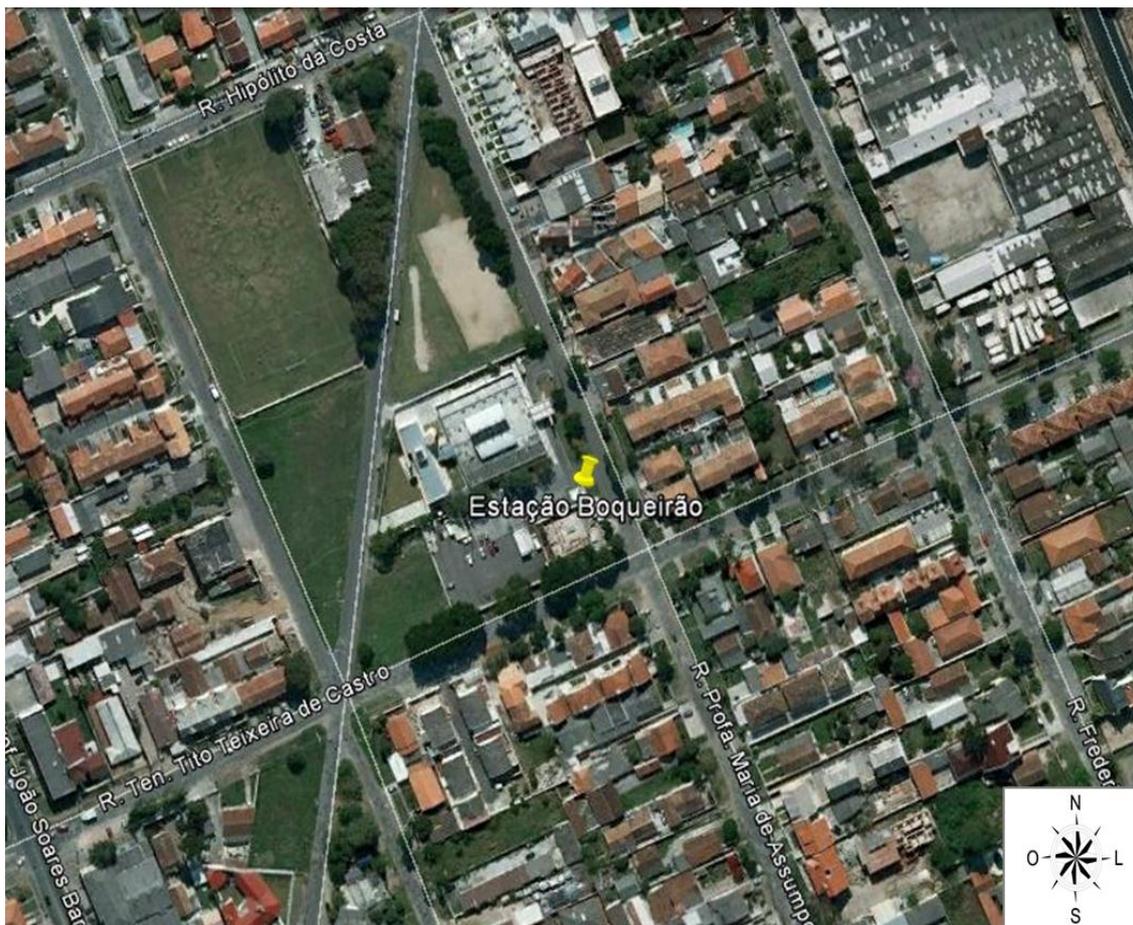
WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), 2005. Air Quality Guidelines Global Update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Disponível em: <http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2013.

ANEXO 1 – Localização das estações de monitoramento da RMC.



Coordenada UTM: 7170256.27 m S; 660146.08 m E.

Figura 1 – Estação automática Assis (ASS).
Fonte: *Google Earth*. Acesso em: 30 Janeiro 2013.



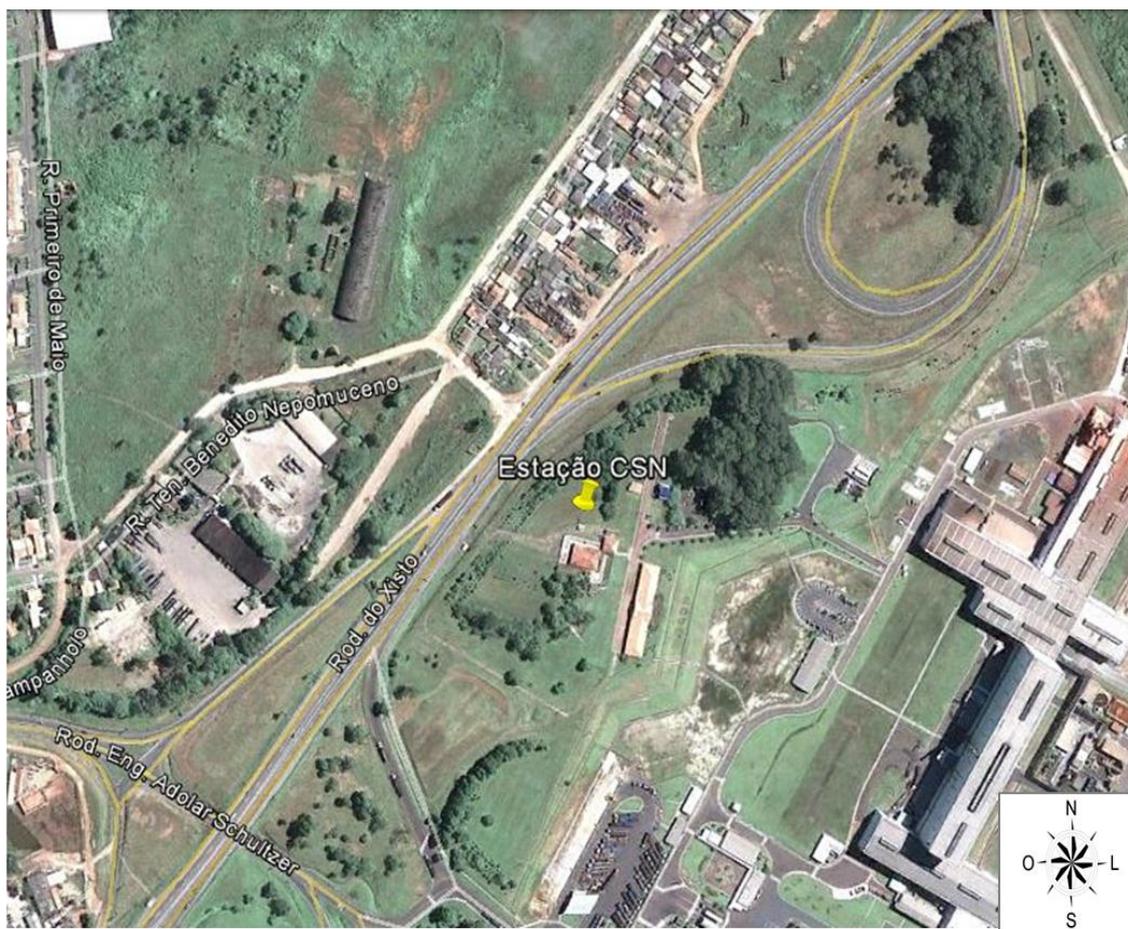
Coordenada UTM: 7179280.04 m S; 676321.29 m E.

Figura 2 - Estação automática Boqueirão (BOQ).
Fonte: Google Earth. Acesso em: 30 Janeiro 2013.



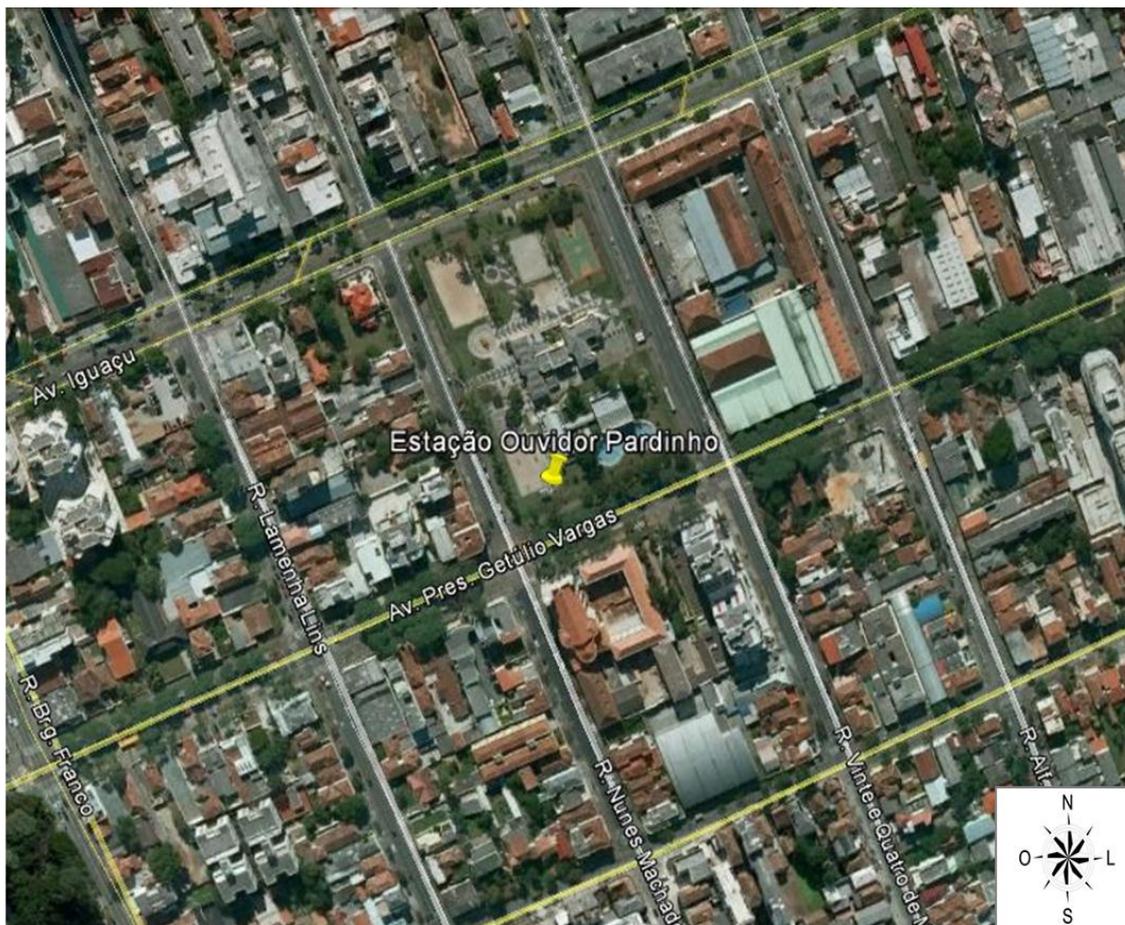
Coordenada UTM: 7178909.22 m S; 666804.88 m E.

Figura 3 - Estação automática CIC REPAR (CIC).
Fonte: *Google Earth*. Acesso em: 30 Janeiro 2013.



Coordenada UTM: 7171032.57 m S; 662466.62 m E.

**Figura 4 – Estação automática CSN – CISA (CSN).
Fonte: Google Earth. Acesso em: 30 Janeiro 2013.**



Coordenada UTM: 7184685.46 m S; 673782.63 m E.

Figura 5 – Estação automática Ouvidor Pardino (PAR).
Fonte: *Google Earth*. Acesso em: 30 Janeiro 2013.



Coordenada UTM: 7172775.17 m S; 661570.68 m E.

Figura 6 – Estação automática REPAR (RPR).
Fonte: *Google Earth*. Acesso em: 30 Janeiro 2013.



Coordenada UTM: 7192459.19 m S; 679787.19 m E.

Figura 7 – Estação automática Santa Cândida (STC).
Fonte: *Google Earth*. Acesso em: 30 Janeiro 2013.



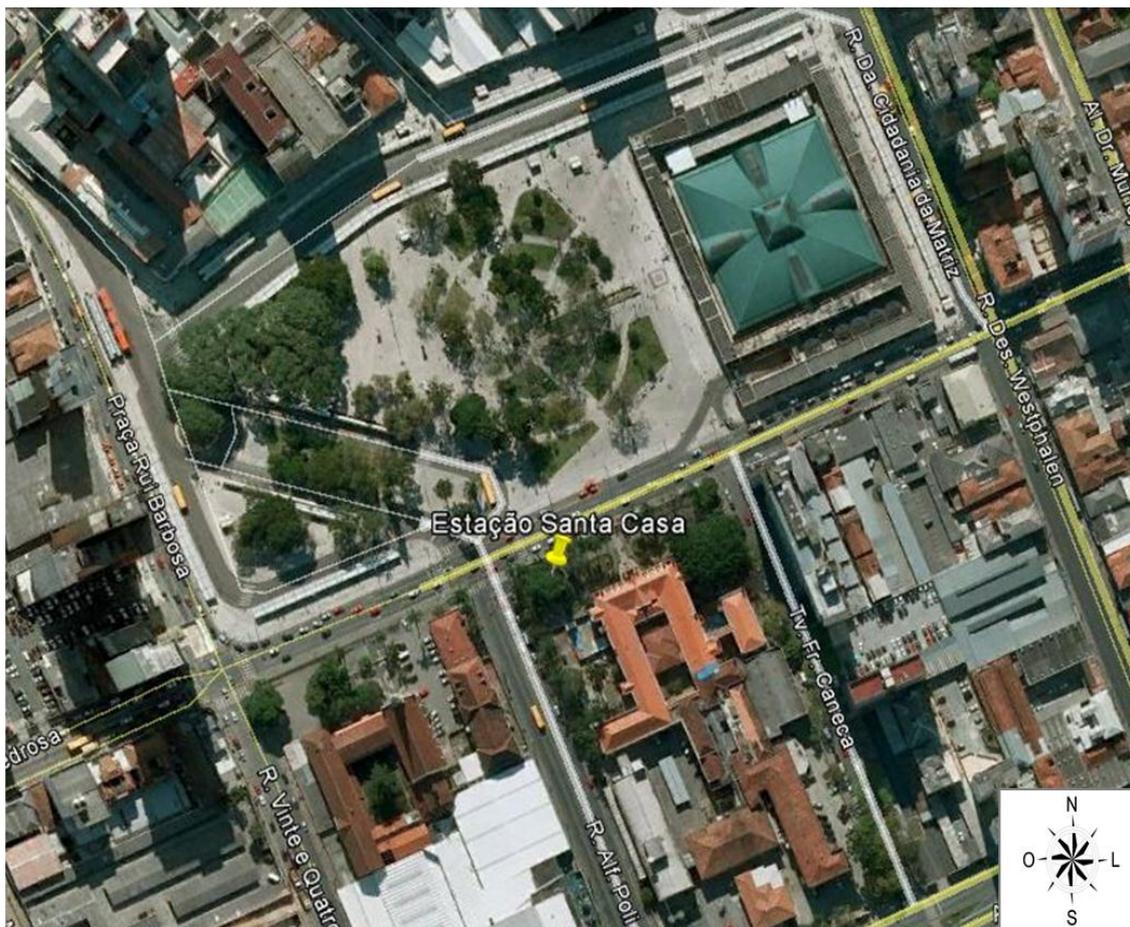
Coordenada UTM: 7168978.09 m S; 660092.79 m E.

Figura 8 – Estação automática UEG (UEG).
Fonte: *Google Earth*. Acesso em: 30 Janeiro 2013.



Coordenada UTM: 7201411.43 m S; 678137.53 m E.

Figura 9 – Estação manual Colombo (COL).
Fonte: *Google Earth*. Acesso em: 30 Janeiro 2013.



Coordenada UTM: 7185566.47 m S; 673650.52 m E.

Figura 10 – Estação manual Santa Casa (SC).
Fonte: *Google Earth*. Acesso em: 30 Janeiro 2013.



Coordenada UTM: 7169148.25 m S; 662479.63 m E.

Figura 11 – Estação manual São Sebastião (SS).
Fonte: *Google Earth*. Acesso em: 30 Janeiro 2013.



Coordenada UTM: 7169748.18 m S; 661180.72 m E.

Figura 12 – Estação manual Seminário (SEM).
Fonte: *Google Earth*. Acesso em: 30 Janeiro 2013.

ANEXO 2 – Variação da média diária dos poluentes SO₂, NO, NO₂, O₃, CO, PI e PTS.

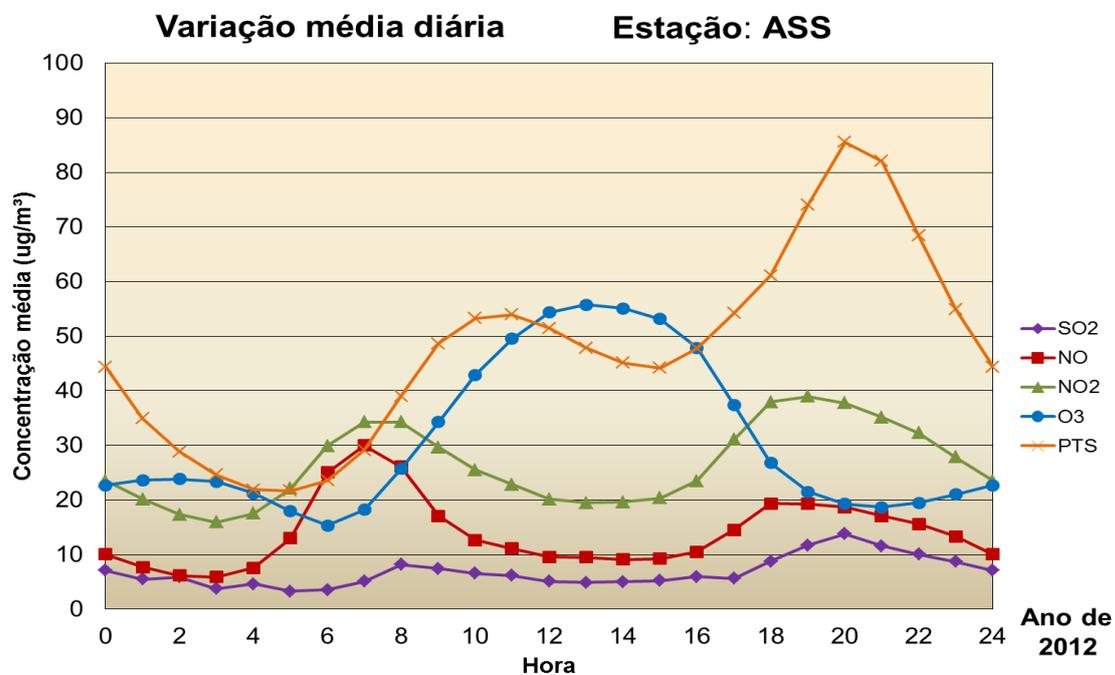


Figura 1 – Estação automática Assis – Araucária.

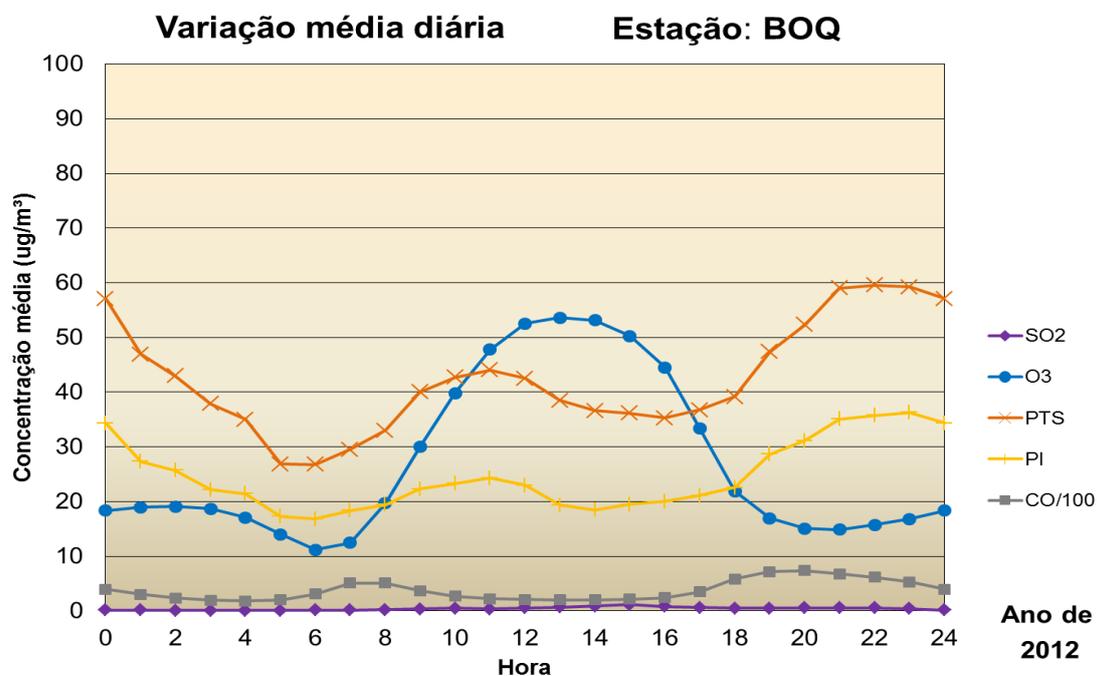


Figura 2 – Estação automática Boqueirão – Curitiba.

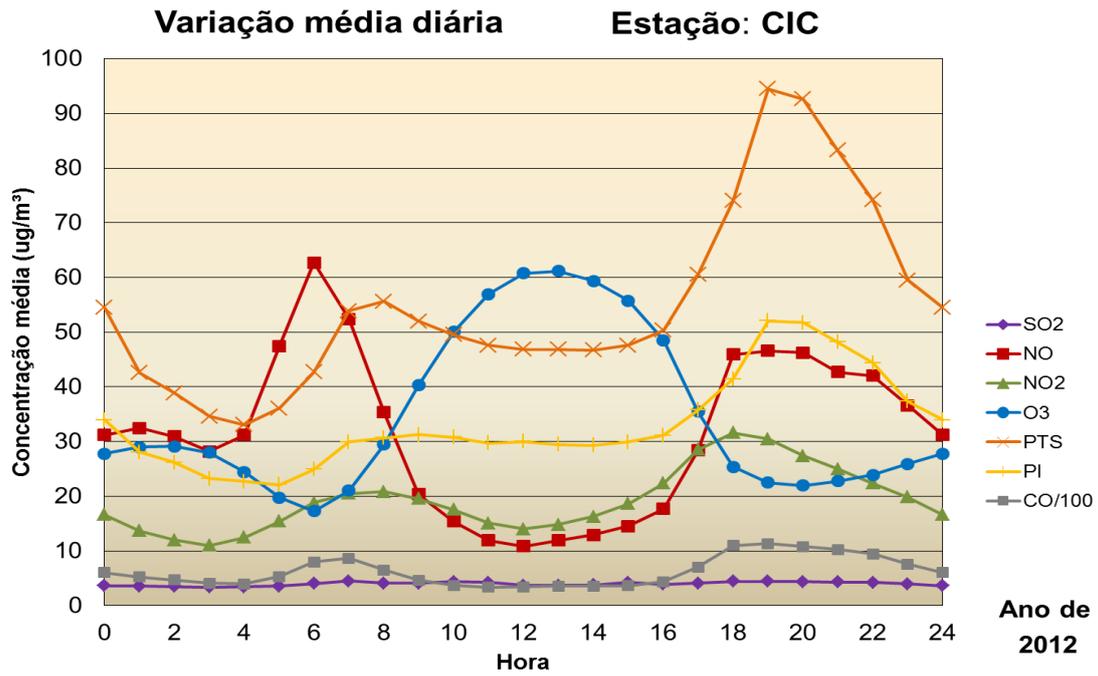


Figura 3 – Estação automática CIC – Curitiba.

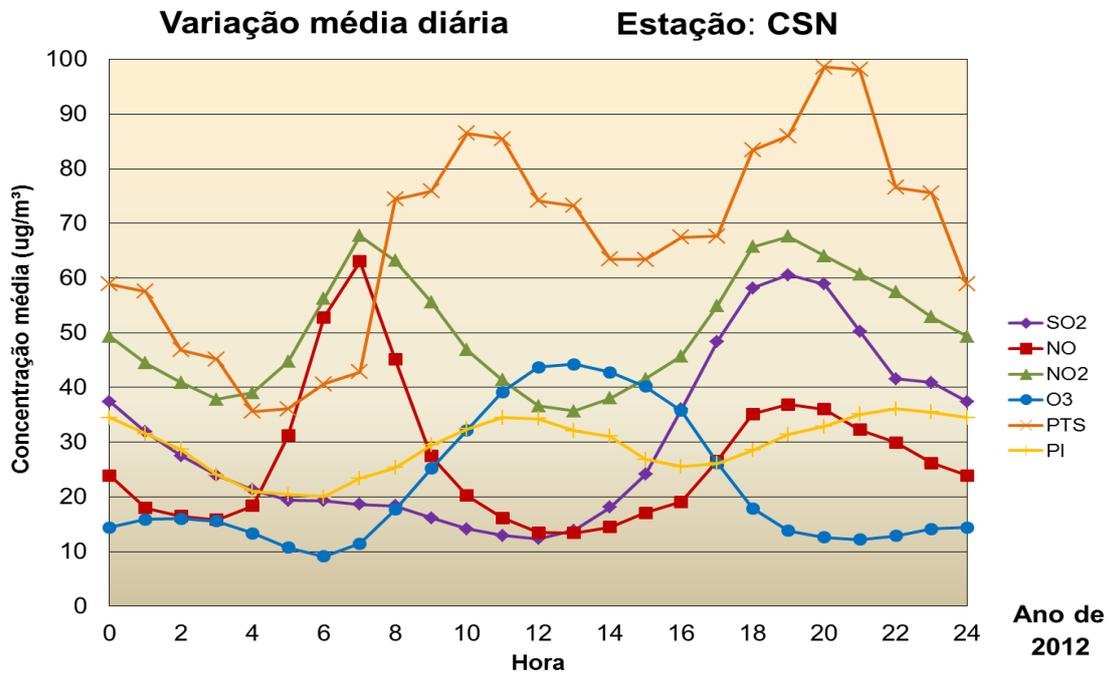


Figura 4 – Estação automática CSN / CISA – Araucária.

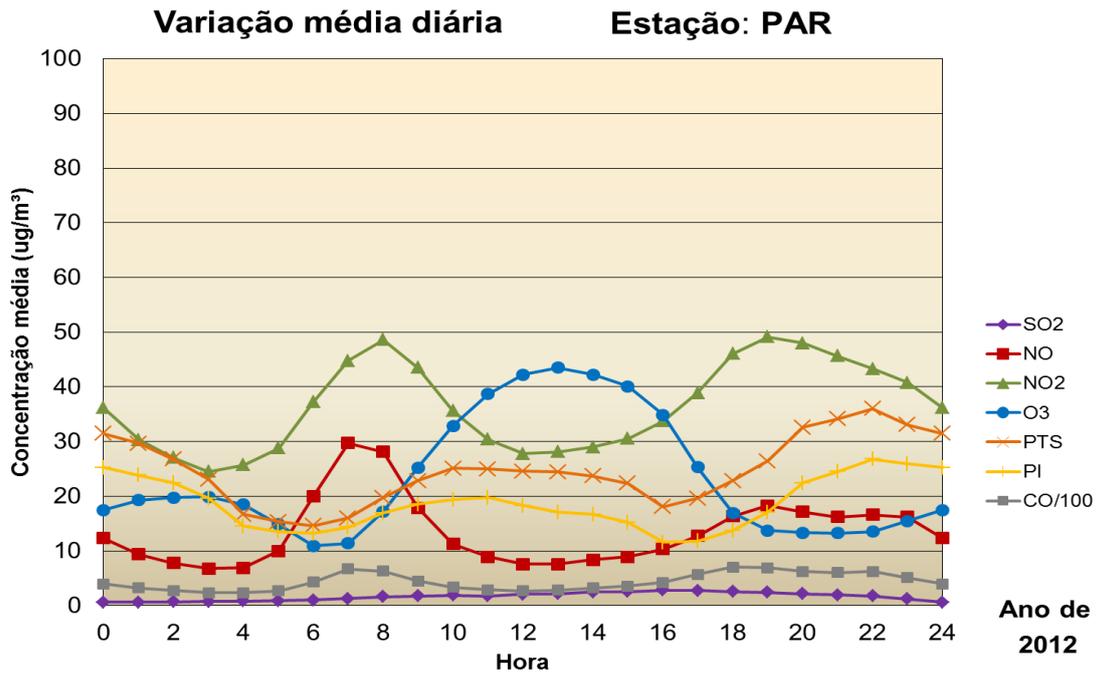


Figura 5 – Estação automática Ouvidor Pardino – Curitiba.

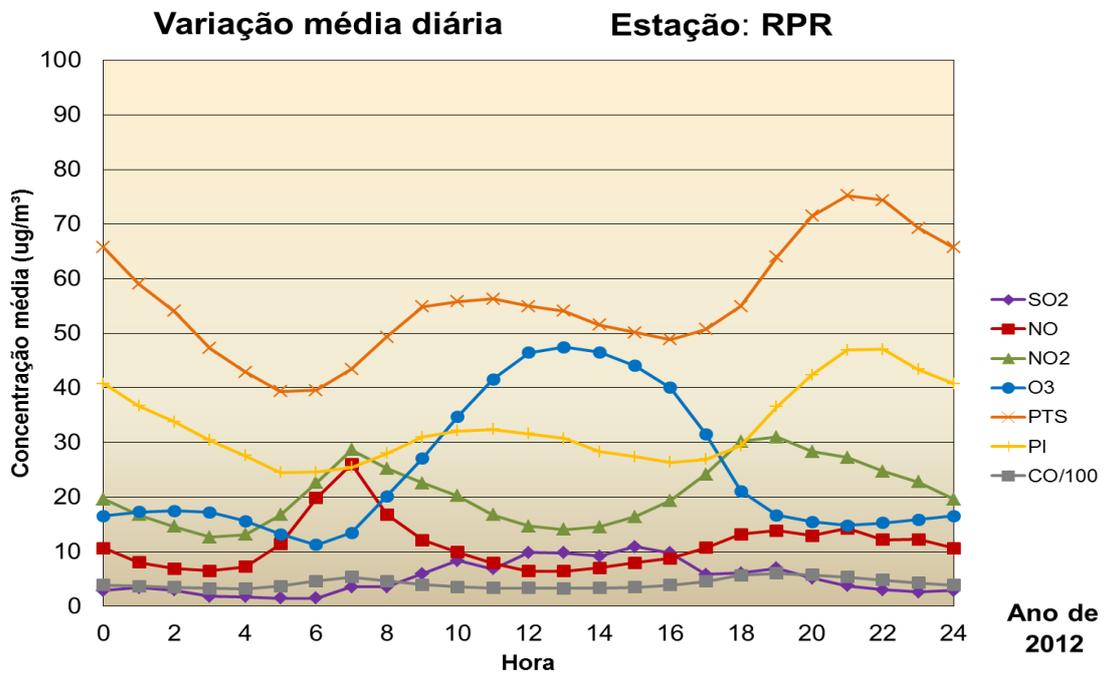


Figura 6 – Estação automática REPAR – Araucária.

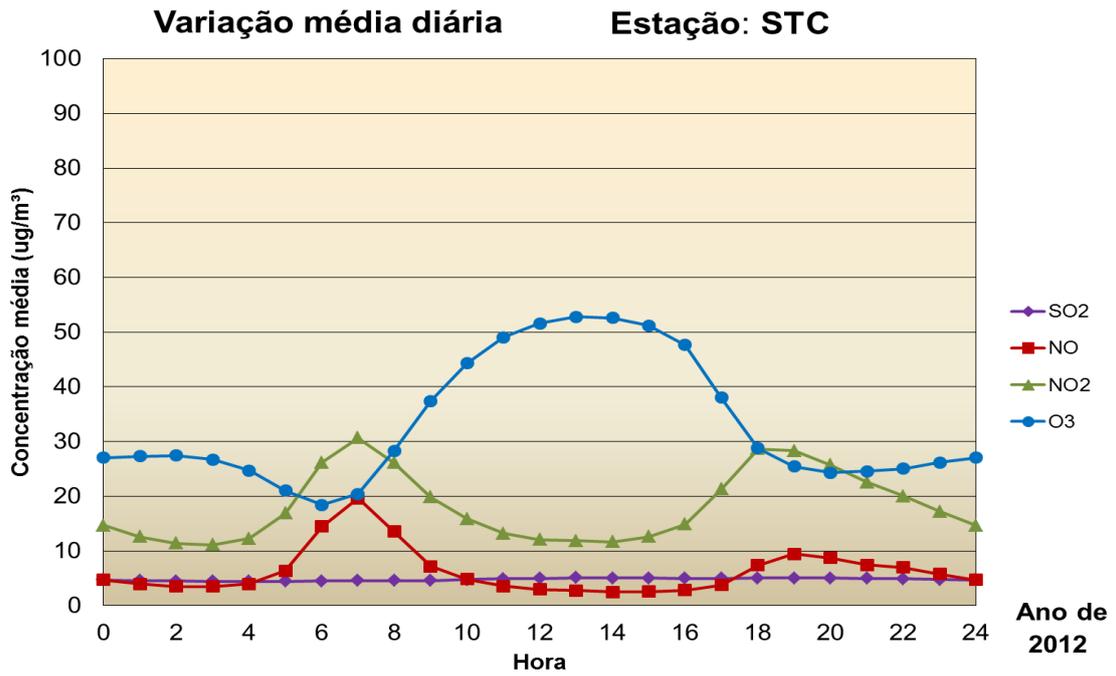


Figura 7 – Estação automática Santa Cândida – Curitiba.

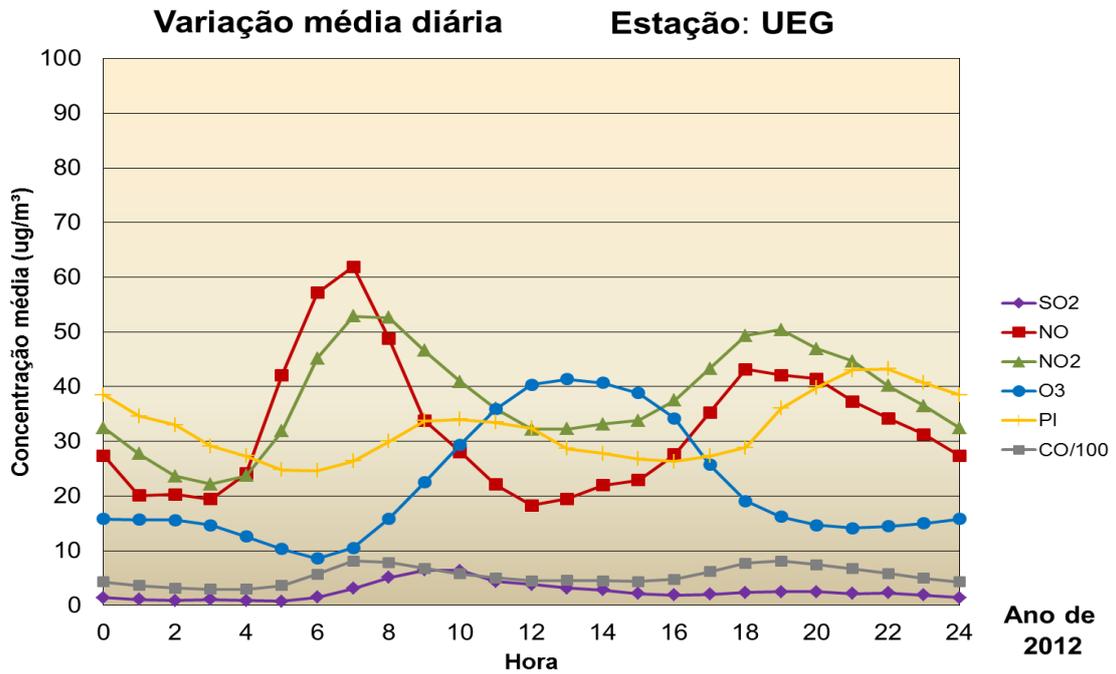


Figura 8 – Estação automática UEG – Araucária.

ANEXO 3 – Concentração média em função da direção do vento.

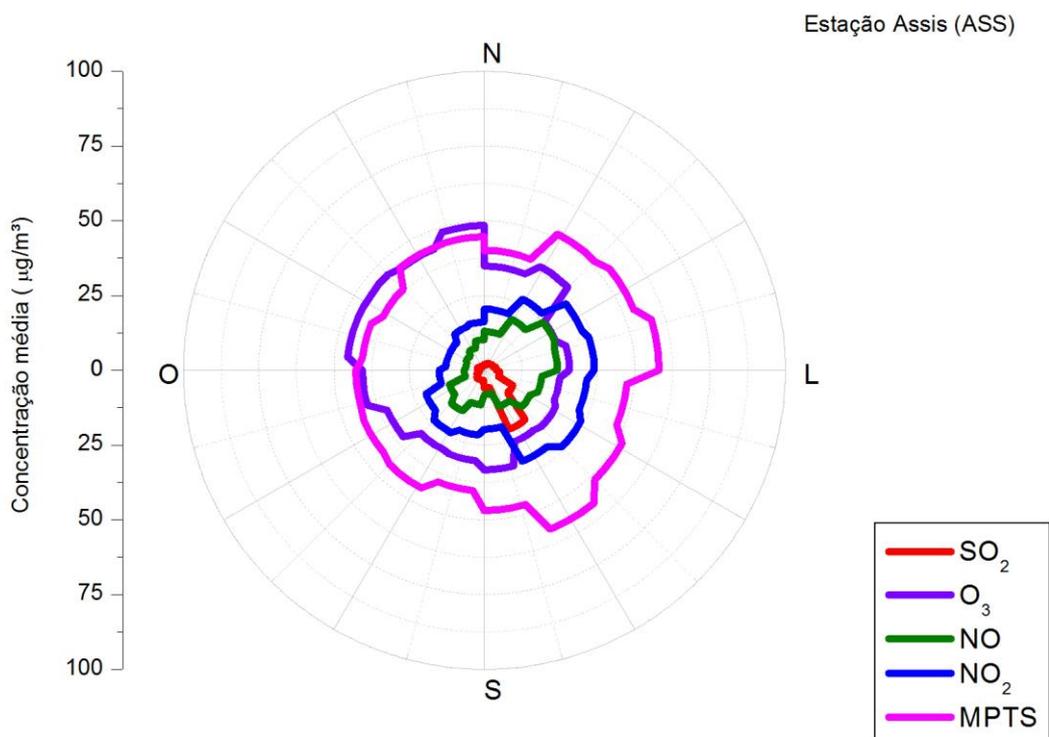


Figura 1 – Estação automática Assis – Araucária.

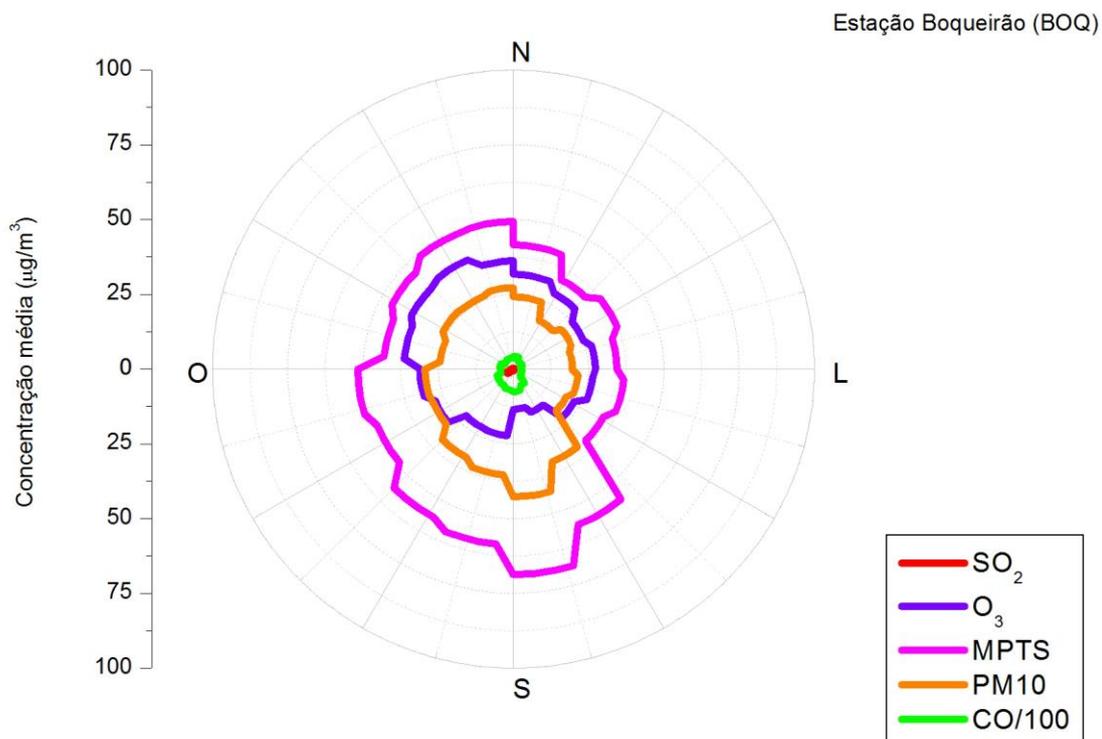


Figura 2 – Estação automática Boqueirão – Curitiba.

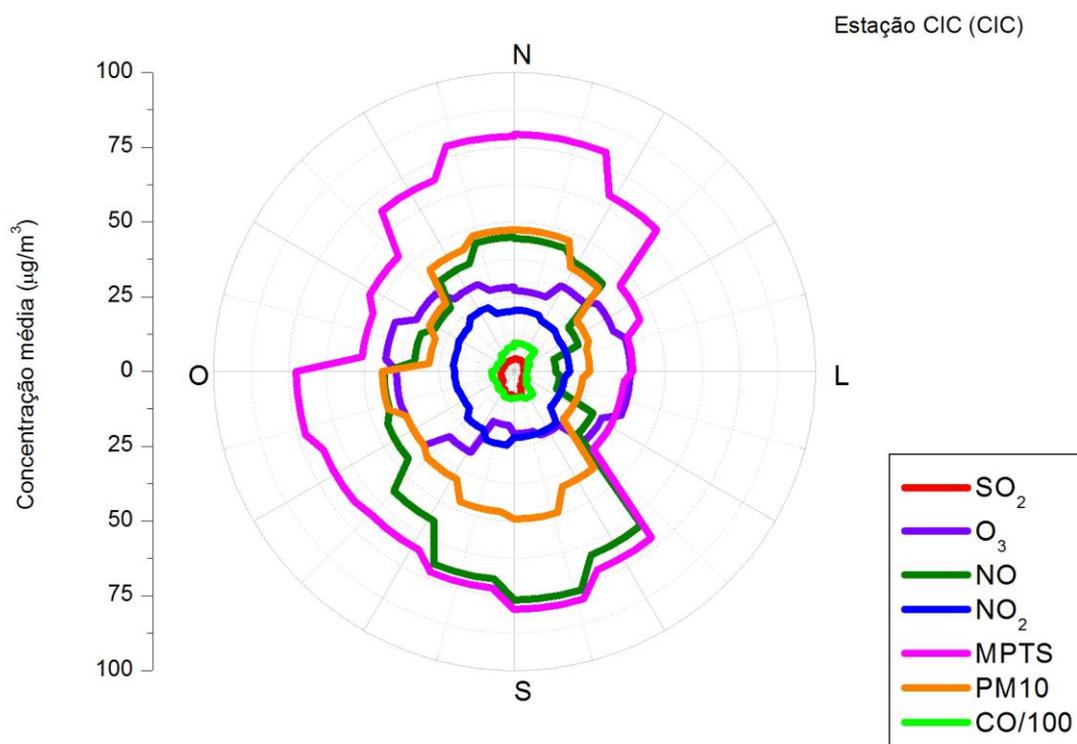


Figura 3 – Estação automática CIC – Curitiba.

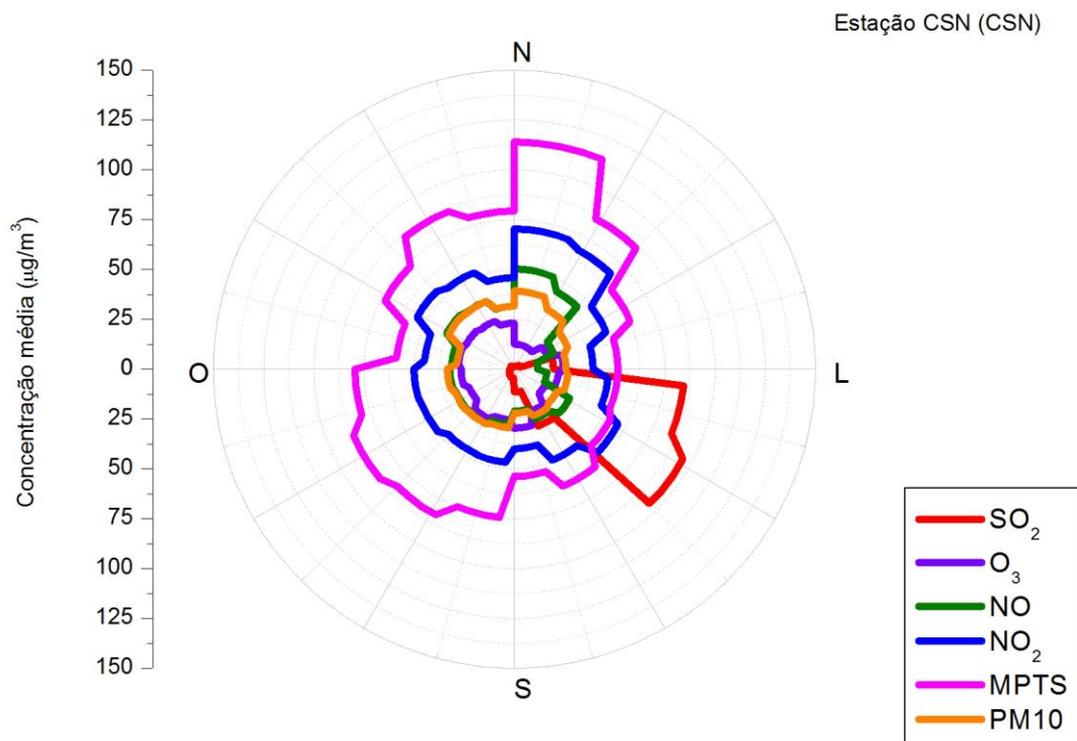


Figura 4 – Estação automática CSN / CISA – Araucária.

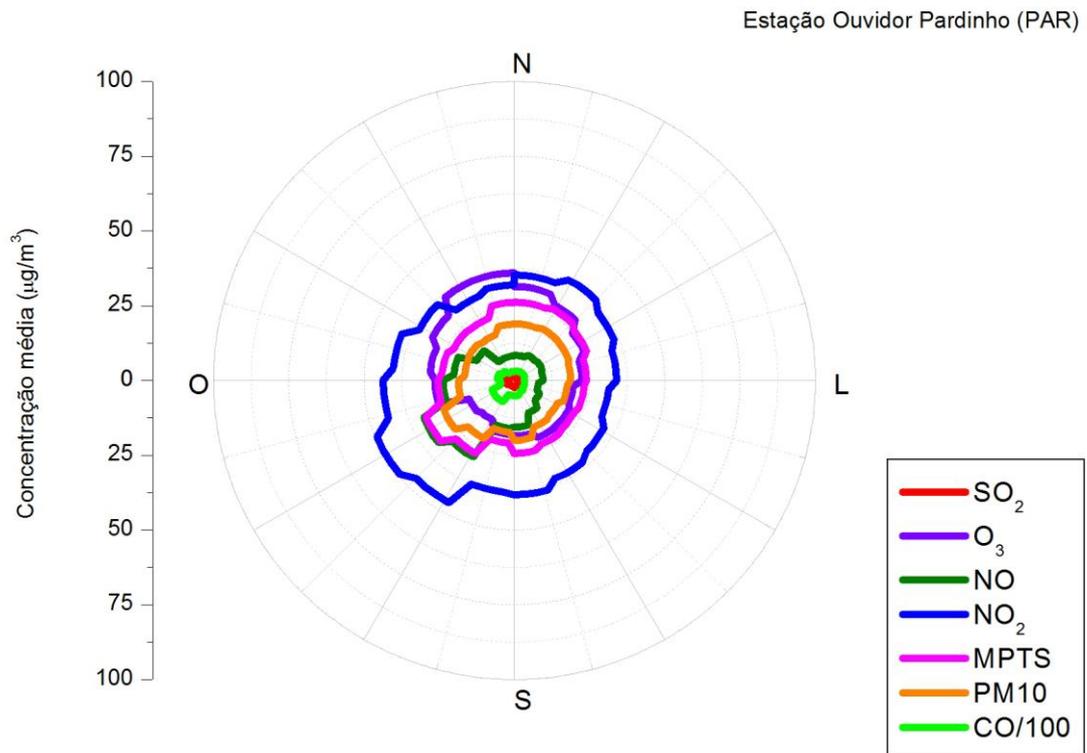


Figura 5 – Estação automática Ouvidor Pardino - Curitiba

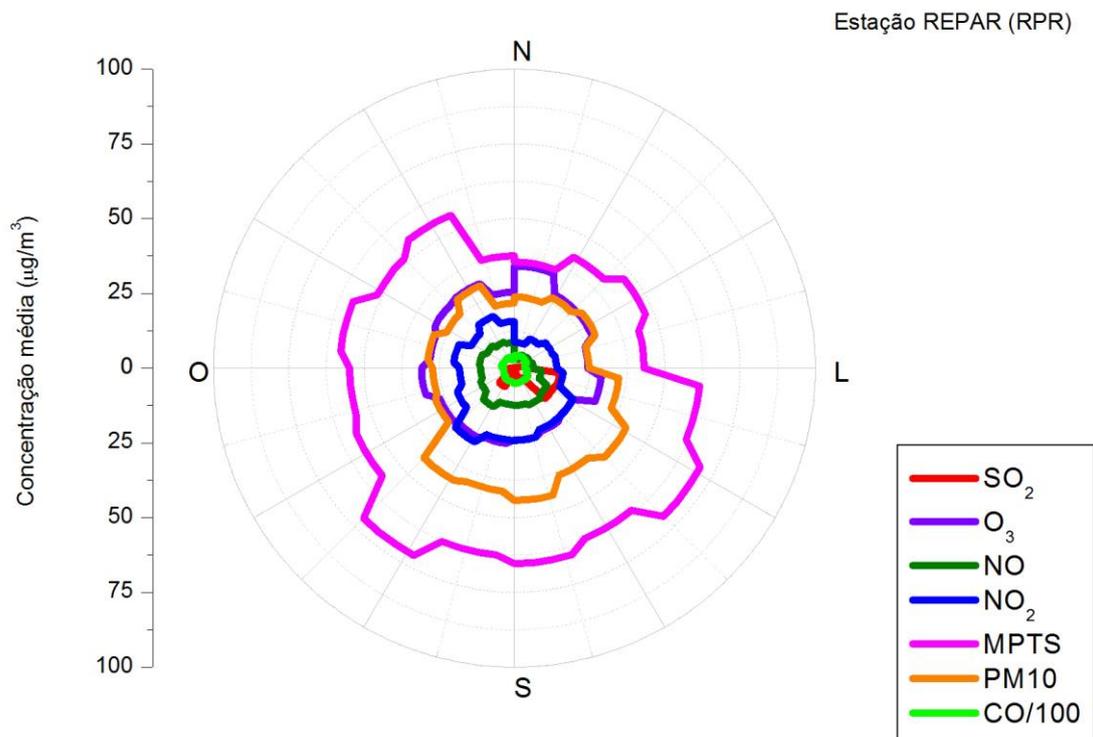


Figura 6 – Estação automática REPAR – Araucária.

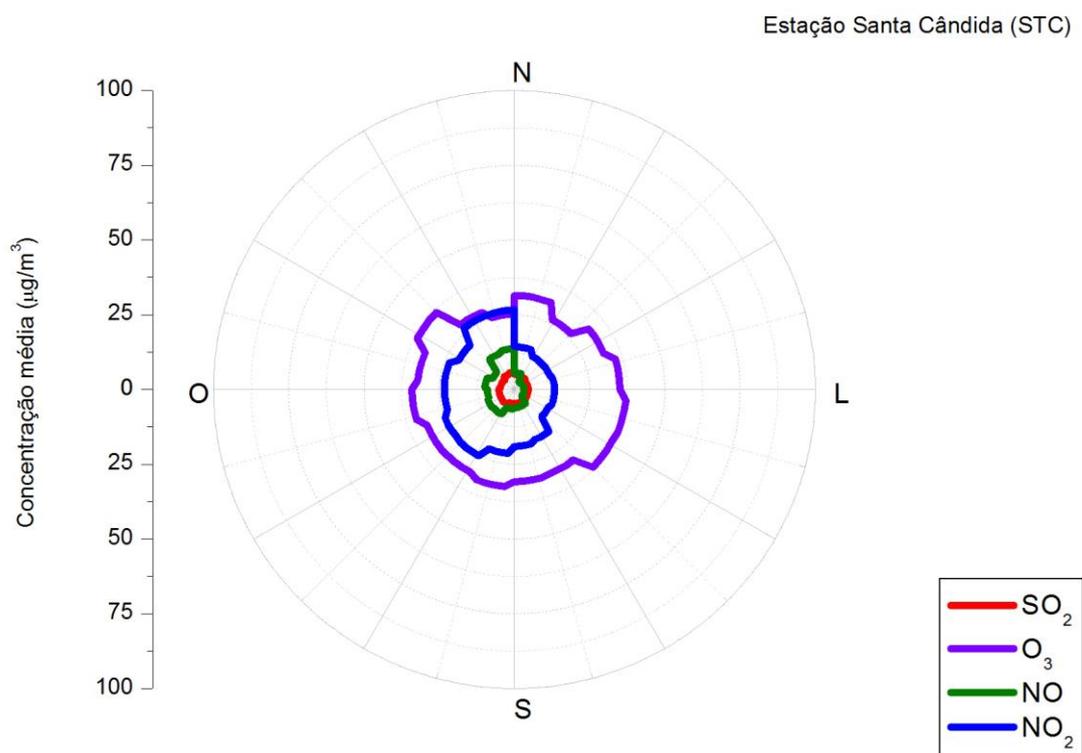


Figura 7 – Estação automática Santa Cândida – Curitiba.

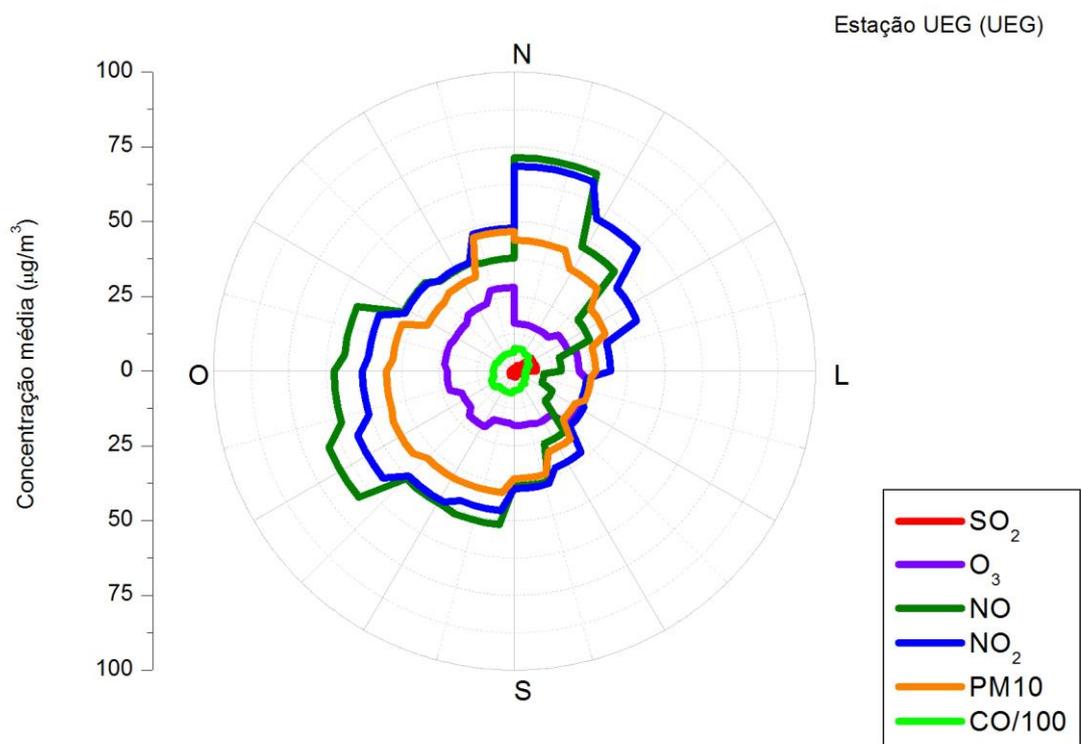


Figura 8 – Estação automática UEG – Araucária.