

Relatório da Qualidade do Ar na Região Metropolitana de Curitiba Ano de 2009



GOVERNO DO PARANÁ



ENTIDADES PARCEIRAS:



GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ

Governador do Estado do Paraná

Orlando Pessuti

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA

Jorge Augusto Callado Afonso

Instituto Ambiental do Paraná - IAP

José Volnei Bisognin

Diretoria de Estudos e Padrões Ambientais - IAP

Celso Augusto Bittencourt

EQUIPE TÉCNICA

Elaboração

Química: Aimara Tavares Puglielli – IAP

Analista

Química: Aimara Tavares Puglielli - IAP

Amostradores

Geraldo F. da Silva - IAP

Gerolino V. Sales - IAP

Ivan R.dos Santos-IAP

João Batista Maia - IAP

Rubens H. Castro - IAP

Operação das estações automáticas

Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento - LACTEC

PREFÁCIO

O mundo vive um momento de perplexidade em função da ocorrência, cada vez mais frequente, de fenômenos naturais extremos, como ondas de frio ou calor intensos, estiagens, furacões, tempestades, enchentes, deslizamentos de encostas, ressacas, entre outros. Estas tragédias têm provocado perdas humanas e econômicas cada vez maiores e colocado a questão ambiental constantemente na pauta da mídia, dos governos e da sociedade.

Para que os fatores causadores deste desequilíbrio ambiental sejam controlados são necessárias ações urgentes, caso contrário a humanidade poderá assistir a um rápido esgotamento dos recursos naturais e a entrada em um processo sem volta de redução das condições básicas de sobrevivência da espécie humana no planeta Terra. Isto exige a adoção de uma postura firme e corajosa pelos governantes e, também, a participação e mobilização da sociedade, que deve exigir políticas ambientais eficazes e, antes de tudo, mudar drasticamente seus hábitos de consumo e atitudes nocivas ao meio ambiente.

Esta conjuntura fortalece a visão de um grupo cada vez maior de cidadãos e administradores públicos de que a eficácia de uma política ambiental está fortemente relacionada à sensibilização e participação ativa da sociedade. Para isto, é fundamental que o Estado se aproxime do cidadão, construindo um projeto de gestão ambiental participativa, que fortaleça o desenvolvimento sustentável.

Praticamente todas as atividades econômicas produzem impactos ao meio ambiente, reduzindo a biodiversidade e deteriorando a qualidade de vida. Por outro lado, estas atividades são importantes para a produção de alimentos, geração de empregos e desenvolvimento econômico e social. Ao Estado cabe o papel de árbitro nos conflitos entre os diversos setores e interesses da sociedade, garantindo o desenvolvimento sustentável. No Estado do Paraná este papel é desempenhado pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP), que tem como missão garantir a proteção do patrimônio ambiental, atuando de forma a estabelecer o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico-social e a preservação do meio ambiente. Para cumprir sua missão, a exemplo dos demais órgãos ambientais, o IAP utiliza três instrumentos principais de gestão ambiental: licenciamento, monitoramento e fiscalização.

O licenciamento tem um caráter essencialmente técnico e visa garantir o desenvolvimento sustentável, equilibrando os interesses da sociedade e dos empreendedores. É através dele que se determina se um empreendimento pode ser implantado em um determinado local e que medidas de controle ambiental devem ser adotadas.

O monitoramento é realizado periodicamente e ocorre em duas frentes. Na primeira são realizadas avaliações para verificar o quanto o meio ambiente (rios, atmosfera, florestas, solo) está sendo impactado pelas atividades poluidoras e a capacidade deste em se recuperar. No caso da existência de problemas, o monitoramento deve identificar sua origem ou realizar os levantamentos possíveis para que sejam tomadas ações de fiscalização. A segunda frente deve monitorar diretamente os efluentes lançados pelos empreendimentos no ambiente, visando avaliar se o seu potencial poluidor está de acordo com a legislação e os limites estabelecidos no licenciamento.

A fiscalização é um instrumento de polícia administrativa e visa impedir a instalação e operação de empreendimentos sem a devida licença ambiental. Também é utilizada para autuar e punir os crimes ambientais e a operação de empreendimentos fora dos limites licenciados.

O Relatório da Qualidade do Ar na Região Metropolitana de Curitiba, divulgado a partir do ano 2000, apresenta os resultados do primeiro tipo de monitoramento, aquele que avalia como o meio ambiente vem assimilando o lançamento de poluentes efetuado pelas diversas fontes, sejam elas naturais, fixas ou móveis. Foi elaborado com dados da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar da Região Metropolitana de Curitiba, composta por sete estações automáticas e cinco manuais. Destas, oito estações (três automáticas e cinco manuais) são de propriedade do IAP e quatro (automáticas) pertencem a outras entidades. A sua divulgação vem de encontro à política de transparência do governo e com a necessidade de informar adequadamente a sociedade para que esta tenha elementos para melhor identificar as condições ambientais do local onde vive e possa participar cada vez mais e melhor da gestão ambiental.

Para o monitoramento e controle das fontes fixas, o IAP desenvolveu e propôs uma moderna legislação, então pioneira no contexto nacional, aprovada em 2002 através da Lei Estadual nº 13.806/02 e regulamentada pela Resolução SEMA 054/06. Esta legislação, que estabelece padrões de emissão para fontes fixas de poluição atmosférica, está sendo aplicada rigorosamente pelo Estado do Paraná e deve propiciar uma redução gradativa na emissão destes poluentes.

Assim, colocamos mais este relatório à disposição da sociedade, esperando que possa contribuir para a transparência dos indicadores ambientais e o engajamento de um número cada vez maior de cidadãos na sensibilização para a questão ambiental, na mudança de hábitos nocivos ao meio ambiente e na discussão e aplicação da política ambiental do Estado do Paraná.

CELSO AUGUSTO BITTENCOURT

Diretor de Estudos de Padrões Ambientais

APRESENTAÇÃO

Nesse momento em que comemoramos A DÉCIMA EDIÇÃO DO RELATÓRIO DA QUALIDADE DO AR NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA – 2009 nos confrontamos, globalmente, com o adiamento do comprometimento das nações consideradas líderes econômicas com as urgentes decisões relacionadas ao controle dos fatores geradores de importantes mudanças climáticas. A indefinição das metas globais com relação às emissões, como aconteceu na última reunião da Organização das Nações Unidas, realizada ao final de 2009, em Copenhague, “só retarda o combate ao aquecimento global até o ponto em seja tarde demais para reverter algumas das suas conseqüências”. Essa opinião do cientista Carlos Nobre do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, um dos maiores especialistas em clima no Brasil, dá mostras da gravidade da situação, uma vez que, para ele, indicar a necessidade de limitar o aumento das temperaturas em 2 graus Celsius sem indicar metas globais, é absolutamente insuficiente.

Tal condição de indefinição, embora nos ponha em alerta como cidadãos do mundo, nos fazem reconhecer os esforços das instituições públicas voltadas à preservação e controle do uso ambiental, como é o caso do Instituto Ambiental do Paraná. Essas instituições, voltadas a mobilizar e coordenar o esforço de seu corpo técnico, além da busca constante pela atualização de seu aparato tecnológico, têm por finalidade a acompanhar e controlar as condições ambientais objetivando a manutenção de níveis satisfatórios de qualidade de vida para a população.

Dessa forma, consideramos que os objetivos também desse X RELATÓRIO DA QUALIDADE DO AR NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA – 2009 integram a finalidade do IAP no que diz respeito ao monitoramento da qualidade do ar:

- 1) informar a população sobre o atendimento ou não aos padrões de qualidade do ar e com qual freqüência isso acontece;
- 2) prestar informações necessárias para que o IAP promova orientações sobre as possíveis melhorias no processo de controle da poluição atmosférica.

Completar uma década da produção anual do RELATÓRIO DA QUALIDADE DO AR NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA, com certeza, significa que o IAP tem mantido compromissos de longo prazo relativos à manutenção de melhores condições ambientais de vida da população. Esse compromisso revela-se quando consideramos que nesse período se sofisticaram as condições de realização do monitoramento da qualidade do ar como resultado dos investimentos institucionais no aprimoramento de mais esse serviço público.

Podem ser indicados como exemplos de tais investimentos nos meios de processar o monitoramento: 1) a complementação da rede de amostragem, realizada, em 1998, pela integração das estações automáticas, uma vez que, desde 1985, operava-se tão somente com estações manuais; 2) a reestruturação da operação da rede de monitoramento realizada entre 2003 e 2004; 3) a efetivação da reestruturação da operação da rede proporcionou, a partir de fevereiro de 2005, um mais rápido acesso às informações relativas ao monitoramento da qualidade do ar, quer às referentes aos Boletins Mensais, quer às relativas aos Relatórios Anuais.

Como resultado dos investimentos nos meios de processar o monitoramento, anteriormente indicados, encontram-se operando, atualmente, de forma simultânea, cinco estações manuais e sete automáticas, condição que tem favorecido tanto uma maior representatividade dos dados relativos à qualidade do ar, quando referida aos anos anteriores, quanto a uma maior especificidade de parâmetros. Cabe ressaltar que a emissão dos Boletins Semanais de Indicadores da Qualidade do Ar, iniciada em outubro de 2007, pode ser considerada o produto mais recente ainda vinculado àqueles investimentos nos meios de processar o monitoramento da qualidade do ar.

Quanto à abrangência dos dados apresentados nos Relatórios Anuais importa destacar que têm sido considerados dados da área central, da área industrial e de bairros havendo, entretanto, limitações em relação à avaliação de alguns parâmetros em determinadas áreas, conforme descrito em cada um dos Relatórios Anuais. Estas limitações, contudo, não têm interferido nas avaliações globais apresentadas, dado serem utilizadas como referência padrões internacionalmente definidos e utilizados pelas principais instituições públicas brasileiras de monitoramento da qualidade do ar.

Por fim, porém, não menos importante, há muitos agradecimentos a fazer especialmente a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização dos muitos trabalhos necessários ao processo de monitoramento da qualidade do ar no IAP, sem os quais não se poderia realizar o presente Relatório Anual.

AIMARA TAVARES PUGLIELLI

Química - Laboratório de Qualidade do Ar

SUMÁRIO

PREFÁCIO	4
APRESENTAÇÃO	6
LISTA DE TABELAS E ILUSTRAÇÕES	9
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	11
1 INTRODUÇÃO	12
1.1 A qualidade do ar é uma responsabilidade coletiva.....	12
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.....	14
1.6 Efeitos da poluição atmosférica.....	16
2 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA (RMC)	17
2.1 Dados gerais	17
2.2 Aspectos climáticos e meteorológicos.....	17
2.3 Objetivo do monitoramento.....	19
2.4 Localização das estações e conceito do monitoramento.....	20
3 RESULTADOS DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR.....	22
3.1 Representatividade e disponibilidade dos dados	22
3.2 Parâmetros da qualidade do ar.....	23
3.2.1 Partículas Totais em Suspensão (PTS).....	23
3.2.2 Fumaça.....	27
3.2.3 Partículas Inaláveis (PI).....	28
3.2.4 Dióxido de Enxofre (SO ₂)	30
3.2.5 Monóxido de Carbono (CO).....	33
3.2.6 Ozônio (O ₃).....	34
3.2.7 Dióxido de Nitrogênio (NO ₂).....	37
3.3 Registros de violações dos padrões da qualidade	38
4 CONCLUSÃO.....	41
4.1 Situação atual da qualidade do ar na RMC.....	43
4.1.1 Partículas Totais em Suspensão -PTS:	43
4.1.2 Fumaça:	44
4.1.3 Partículas Inaláveis - PI:	44
4.1.4 Dióxido de Enxofre - SO ₂ :	44
4.1.5 Monóxido de Carbono - CO:.....	44
4.1.6 Ozônio - O ₃ :	44
4.1.7 Dióxido de Nitrogênio - NO ₂ :	45
4.2 A gestão de qualidade do ar.....	45
5 REFERÊNCIAS.....	48
ANEXO 1: LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO	49
ANEXO 2: VARIAÇÃO MÉDIA DIÁRIA DE SO₂, NO, NO₂, O₃, CO, PI E PTS.....	55
ANEXO 3: CONCENTRAÇÃO MÉDIA EM FUNÇÃO DA DIREÇÃO DO VENTO.....	59
ANEXO 4: ALTURAS DIÁRIAS DE PRECIPITAÇÃO (MM) EM ARAUCÁRIA E COLOMBO.....	63

LISTA DE TABELAS E ILUSTRAÇÕES**Tabelas:**

TABELA 1: PADRÕES PRIMÁRIOS E SECUNDÁRIOS DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS NO PARANÁ (RESOLUÇÃO CONAMA N° 03/90, SEMA N° 054/06).....	14
TABELA 2: CRITÉRIOS PARA EPISÓDIOS AGUDOS DE POLUIÇÃO DO AR (RESOLUÇÃO CONAMA 03/90, SEMA N° 054/06)	15
TABELA 3: CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DO AR ATRAVÉS DO ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR.....	16
TABELA 4: ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DO AR NA RMC NO ANO DE 2009	21
TABELA 5: MONITORAMENTO DE QUALIDADE DO AR NAS ÁREAS: INDUSTRIAL, CENTRO, BAIRRO.....	22
TABELA 6: RESULTADOS DO MONITORAMENTO DE PTS	24
TABELA 7: RESULTADOS DO MONITORAMENTO DE FUMAÇA.....	27
TABELA 8: RESULTADOS DO MONITORAMENTO DE PI.....	29
TABELA 9: RESULTADOS DO MONITORAMENTO DE SO₂ EM CURITIBA	31
TABELA 10: RESULTADOS DO MONITORAMENTO DE SO₂ EM ARAUCÁRIA....	32
TABELA 11: RESULTADOS DO MONITORAMENTO DE CO.....	34
TABELA 12: RESULTADOS DO MONITORAMENTO DE O₃ EM CURITIBA.....	35
TABELA 13: RESULTADOS DO MONITORAMENTO DE NO₂	37
TABELA 14: QUANTIDADE DE VIOLAÇÕES POR ESTAÇÃO E PARÂMETRO REGISTRADAS EM 2009	39
TABELA 15: REGISTROS DE VIOLAÇÕES AOS PADRÕES DIÁRIOS, POR MÊS, ESTAÇÃO PARÂMETRO EM 2009	39
TABELA 16: ESTAÇÕES E PARÂMETROS MONITORADOS EM 2009	42

Gráficos:

GRÁFICO 1: FREQUÊNCIA DOS VENTOS NAS ESTAÇÕES AUTOMÁTICAS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR	18
GRÁFICO 2: CONDIÇÕES DE DISPERSÃO NAS ESTAÇÕES AUTOMÁTICAS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR	19
GRÁFICO 3: CLASSIFICAÇÃO DAS MÉDIAS DIÁRIAS PARA PTS NA ESTAÇÃO SANTA CASA NO ANO DE 2009	25
GRÁFICO 4: CLASSIFICAÇÃO DAS MÉDIAS DIÁRIAS PARA PTS NA ESTAÇÃO SANTA CASA ENTRE 1990/2009.....	25
GRÁFICO 5: CLASSIFICAÇÃO DAS MÉDIAS DIÁRIAS PARA PTS NA ESTAÇÃO CSN-CISA NO ANO DE 2009	26
GRÁFICO 6 :CLASSIFICAÇÃO DAS MÉDIAS DIÁRIAS PARA PTS NA ESTAÇÃO COLOMBO NO ANO DE 2009	26
GRÁFICO7: CLASSIFICAÇÃO DAS MÉDIAS DIÁRIAS PARA FUMAÇA NA ESTAÇÃO SANTA CASA DE 1990/2009.....	28
GRÁFICO 8: CLASSIFICAÇÃO DAS MÉDIAS DIÁRIAS PARA PI NA ESTAÇÃO COLOMBO NO ANO DE 2009	30
GRÁFICO 9:MÉDIAS ANUAIS PARA SO₂,FUMAÇA E PTS NO PERÍODO DE 1990/2009 NA ESTAÇÃO SANTA CASA	31
GRÁFICO 10: CLASSIFICAÇÃO DAS MÉDIAS DIÁRIAS PARA SO₂ NA ESTAÇÃO REPAR NO ANO DE 2009	33
GRÁFICO 11: NÚMERO DE REGISTROS DE VIOLAÇÕES DE O₃ NO PERÍODO DE 2000-2009	36
GRÁFICO 12: CLASSIFICAÇÃO DAS MÉDIAS DIÁRIAS PARA O₃ NA ESTAÇÃO ASSIS NO ANO DE 2009.....	36
GRÁFICO 13: CLASSIFICAÇÃO DAS MÉDIAS HORÁRIAS PARA NO₂ NA ESTAÇÃO REPAR 2009	38
GRÁFICO 14: DIAS COM O AR CLASSIFICADO COMO DE QUALIDADE INADEQUADA EM2009.	40
GRÁFICO 15: REGISTRO DO NÚMERO DE DIAS DAS VIOLAÇÕES DO PADRÃO DIÁRIO NO PERÍODO DE 2000 À 2009.	40
GRÁFICO 16:REGISTRO DE DIAS E ALTURA DE PRECIPITAÇÃO (MM) NO DECORRER DE 2009.....	41

Figuras:

FIGURA 1: LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DO AR NA RMC.....	20
-------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

CETESB	Companhia da Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo
CISA	CSN-Imsa Aços Revestidos S.A.
CO	Monóxido de Carbono
COMEC	Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
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	quilopascal, 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
PM ₁₀	Partículas até 10 µm de diâmetro, corresponde com a fração inalável
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

1 INTRODUÇÃO

1.1 A 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 ar puro. É 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 cerca de 10 mil litros de ar todo dia. 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 auto-purificação, 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 basicamente é composto de 78 % de Nitrogênio e 21 % de Oxigênio. Além dessas substâncias o ar contém mais alguns 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 dos processos técnicos (que podem consumir muito mais ar que a nossa respiração) continua sendo gratuito. Por exemplo: a queima de um litro de gasolina consome a quantidade de ar que um adulto respira durante 24 horas.

Já houve uma tentativa há aproximadamente 3 mil anos atrás de vender ar. Um funcionário egípcio fez esta proposta com o objetivo de sanear o cofre público, 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 pelo ar. O ar é de todos e, portanto, cuidar da sua qualidade é uma responsabilidade coletiva!

1.2 POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

O termo “poluição” significa a degradação da qualidade do ar 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, ou afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente, ou emitam matéria ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (Lei 6.938/81, Artigo 3º, inciso III).

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 mantêm acima de um limiar de aceitabilidade para o bem-estar de seres humanos, animais, infra-estrutura ou do meio 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 um 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 no 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 de 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 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 causado pelas atividades humanas, também chamado 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 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.

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 de hoje. A frota motorizada no Paraná contou no ano de 2009 com 4.683.631 veículos [DETRAN-PR, motorização], o que significa um aumento de 7,47 % em relação ao ano de 2008. Só na capital já temos 1.149.456 veículos motorizados, ou 62,3 por 100 habitantes, o que corresponde a um aumento de 4,7 % [DETRAN-PR, frota cadastrada].

Comparando as emissões industriais, a chamada fonte fixa, com as do tráfego, vê dois pontos essencialmente diferentes. Primeiro, o número de veículos é muito maior do que o número de indústrias. É sempre mais difícil controlar um grande número de pequenos poluidores do que controlar alguns grandes poluidores. Segundo muitas indústrias estão localizadas fora dos perímetros urbanos e lançam as emissões através de chaminés na atmosfera, com certa distância da população, enquanto os veículos liberam os poluentes geralmente nos centros urbanos, praticamente numa 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 GNV (gás natural veicular), com potencial menos poluente. Em Curitiba, já existem vinte e três postos de abastecimentos vinte

credenciadas para conversão (www.compagas.com.br, 29/04/2009). Até o ano de 2009, foram 28.266 veículos movidos a gás natural veicular na Estado. [DETRAN-PR, frota cadastrada].

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 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 confirmaram 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. Ficaram assim estabelecidos, para todo território do Estado do Paraná, padrões primários e secundários de qualidade do ar para os sete seguintes parâmetros a seguir: Partículas Totais em Suspensão – PTS, Fumaça, Partículas Inaláveis -PI, (Obs: outra nomenclatura PM₁₀ ou MP₁₀), Dióxido de Enxofre -SO₂, Monóxido de Carbono –CO, Ozônio-O₃, Dióxido de Nitrogênio -NO₂,

Tabela 1: Padrões primários e secundários de 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

Notas: 1) Ficam definidas como condições de referência à temperatura de 25°C e a pressão de 101,32 kPa

2) Média geométrica para PTS; para as restantes 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 nível máximo tolerável de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazo. Não é uma proteção ampla, porque não considera toda a natureza. Expressa apenas o mínimo, uma proteção à saúde da população contra danos da poluição atmosférica, sem considerar as necessidades da fauna e 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 flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral, podendo ser entendido como 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 estão listados na **Tabela 1**. Para todos os poluentes há um padrão de curto prazo (horas) e outro que se aplica para longo prazo, exceto para 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 feita no Paraná e consta no artigo 31 da Lei n° 13.806.

Para episódios agudos de poluição do ar são estabelecidos os níveis de Atenção, Alerta e Emergência conforme a tabela seguinte.

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

1.5.1.1.1.1.1.1 Poluente	Tempo de amostragem	Nível Atenção [µg/m³]	Nível Alerta [µg/m³]	Nível Emergência [µg/m³]
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	24 horas	375	625	875
Fumaça	24 horas	250	420	500
Partículas Inaláveis (PI)	24 horas	250	420	500
Dióxido de Enxofre (SO₂)	24 horas	800	1.600	2.100
Monóxido de Carbono (CO)	8 horas	17.000 ¹⁾	34.000 ²⁾	46.000 ³⁾
Ozônio (O₃)	1 hora	400	800	1.000
Dióxido de Nitrogênio (NO₂)	1 hora	1.130	2.260	3000

Notas: 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, temos o Índice de qualidade do ar. 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 (µg/m³) a função atribui um valor índice, que é um número adimensional. Por definição, ao nível do padrão primário é atribuído um índice de 100, o nível de Atenção equivale a um índice de 200, o nível de Alerta a um índice de 300 e o nível de Emergência a um índice de 400. Por exemplo: se analisarmos uma média horária de Ozônio de 160 µg/m³, isto seria exatamente o padrão primário e, portanto corresponde a um índice de 100. Caso o resultado seja a metade, apenas 80 µg/m³, o correspondente índice seria 50. Este índice também é utilizado para classificar a qualidade do ar em seis categorias, de BOA até CRÍTICA como demonstrado na **Tabela 3**.

Tabela 3: Classificação da qualidade do ar através do Índice de qualidade do ar

Índice da qualidade do ar	Classificação	PTS 24 h [µg/m ³]	Fumaça 24 h [µg/m ³]	PI 24 h [µg/m ³]	SO ₂ 24 h [µg/m ³]	O ₃ 1 hora [µg/m ³]	CO 8 h [ppm]	NO ₂ 1 hora [µg/m ³]
0-50	BOA	0-80	0-60	0-50	0-80	0-80	0 - 4,5	0-100
>50-100	REGULAR	>80-240	>60-150	>50-150	>80-365	>80-160	>4,5 - 9,0	>100-320
>100-200	INADEQUADA	>240-375	>150-250	>150-250	>365-800	>160-400	>9,0 - 15	>320-1.130
>200-300	MÁ	>375-625	>250-420	>250-420	>800-1.600	>400-800	>15 - 30	>1.130-2.260
>300-400	PÉSSIMA	>625-875	>420-500	>420-500	>1.600-2.100	>800-1.000	>30 - 40	>2.260-3.000
>400	CRÍTICA	>875	>500	>500	>2.100	>1.000	> 40	>3.000

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 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, com a vantagem de 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 a longo prazo, e pior, algo irreversível. O conhecimento sobre os efeitos a longo prazo é muito mais difícil e geralmente é pesquisado através de estudos epidemiológicos. Os estudos epidemiológicos examinam a distribuição e 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 a 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.

Vemos, então, que 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 vale especialmente para pessoas mais sensíveis a poluentes, como crianças e idosos. Existe um estudo sobre crianças de São Paulo que relata que essas perderam parte da sua capacidade pulmonar [FOLHA DE S. PAULO, 18/09/2000]. Isso não significa que as crianças, necessariamente, estejam doentes, mas que se tornaram muito mais suscetíveis a problemas respiratórios no futuro.

Outro estudo em São Paulo demonstrou que um aumento de 10 µg/m³ 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 [PAULO ARTAXO, 2001]. No Rio de Janeiro foi pesquisado um aumento da mortalidade infantil por pneumonia

de 2,2 casos em cada 10.000 pessoas, para o acréscimo de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da média anual de Partículas Totais em Suspensão [PENNA E DUCHIADE, 1991].

Um estudo de Marburg/Alemanha concluiu que concentrações elevadas de Ozônio aumentam a probabilidade em adoecer de alergia ou asma [SPIEGEL ONLINE, 20/06/2001]. 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 nos pulmões, o que favorece o desenvolvimento de pneumonia e que há estudos que mostram a relação entre regiões com altas concentrações de ozônio e câncer [Folha de São Paulo, 01/04/2005].

Podemos concluir que, mesmo abaixo dos padrões de qualidade do ar, o efeito da poluição atmosférica existe, embora estejam limitados a um nível aceito 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 OMS (Organização Mundial de Saúde) 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 de definição de padrões mais rigorosos é justificada pela ligação cada vez mais comprovada entre ar poluído e danos a saúde pública – calcula-se que ele cause 2 milhões de mortes prematuras no mundo a cada ano.

De acordo com os novos índices indicados pela OMS a média diária recomendada para inaláveis foi reduzida em um terço passando de 150 para $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 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), o dióxido de enxofre teve a média reduzida de 100 para $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Os outros poluentes não foram avaliados (GUIMARÃES, 2006).

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

2.1 DADOS GERAIS

A RMC, com 26 municípios possui uma área de 13.041 km^2 e conta em 2009 com uma população projetada de 3.647.468 habitantes [IPARDES, 2000-2010], apresentando uma taxa de crescimento da população de 49,9 % em relação a 1996. A área urbana da RMC se estende a 1.051 km^2 , o que corresponde a 8,1 % da área total [COMEC, 2006]. Além de Curitiba existem outros sete municípios na RMC com uma população acima de 100.000 habitantes: São José dos Pinhais, Colombo, Pinhais, Almirante Tamandaré, Araucária, Campo Largo e Fazenda Rio Grande.

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 $-3 \text{ }^\circ\text{C}$. No verão são registradas temperaturas até $35 \text{ }^\circ\text{C}$. A umidade relativa 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 1.

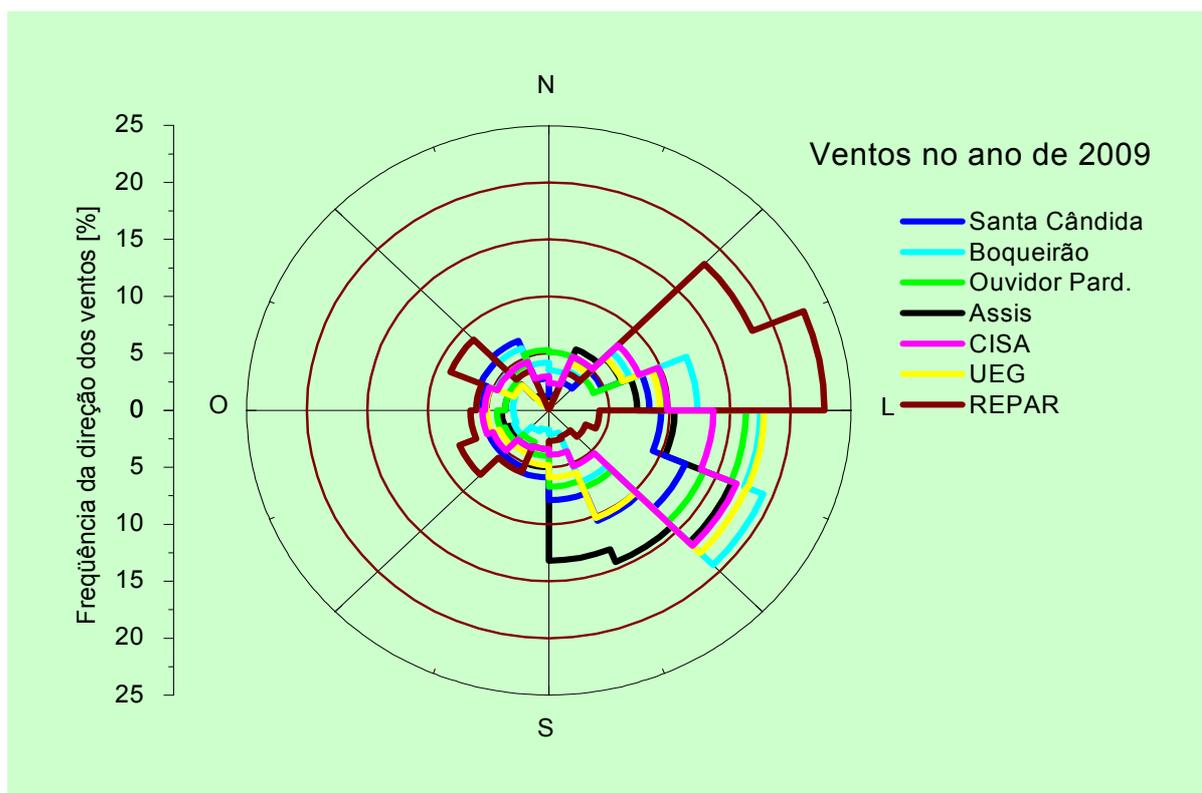


Gráfico 1: Frequência dos Ventos nas Estações Automáticas de Monitoramento da Qualidade do ar

A velocidade do vento e a estabilidade térmica da atmosfera são os parâmetros mais importantes para as condições de dispersão de poluentes. Boas condições de dispersão significam que os poluentes estão sendo bem espalhados pelos mecanismos de transporte, evitando assim uma acumulação dos mesmos próximos às fontes. 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 deste detalhe quando interpretamos os resultados do monitoramento: uma concentração menor do que apresentada no ano anterior de certo poluente não significa necessariamente que foi lançado menos para a atmosfera. Isto também pode ser causado pelas condições mais favoráveis à dispersão.

No **Gráfico 2** vemos como foram as condições de dispersão no período de janeiro à dezembro de 2009 considerando a média das estações automáticas Assis, Pardinho, Repar e Santa Cândida, 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 de Pasquill e a condição desfavorável à classe E.

As classes de estabilidade de Pasquill são obtidas a partir de grandezas meteorológicas médias horárias (velocidade do vento e radiação solar ou cobertura de nuvens) medidas a poucos metros da superfície. Elas fornecem apenas uma idéia 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 anemômetros sônicos.

Um 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 a qual são necessários perfis de temperatura do ar através da camada-limite atmosférica (até no mínimo 2000 m 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.

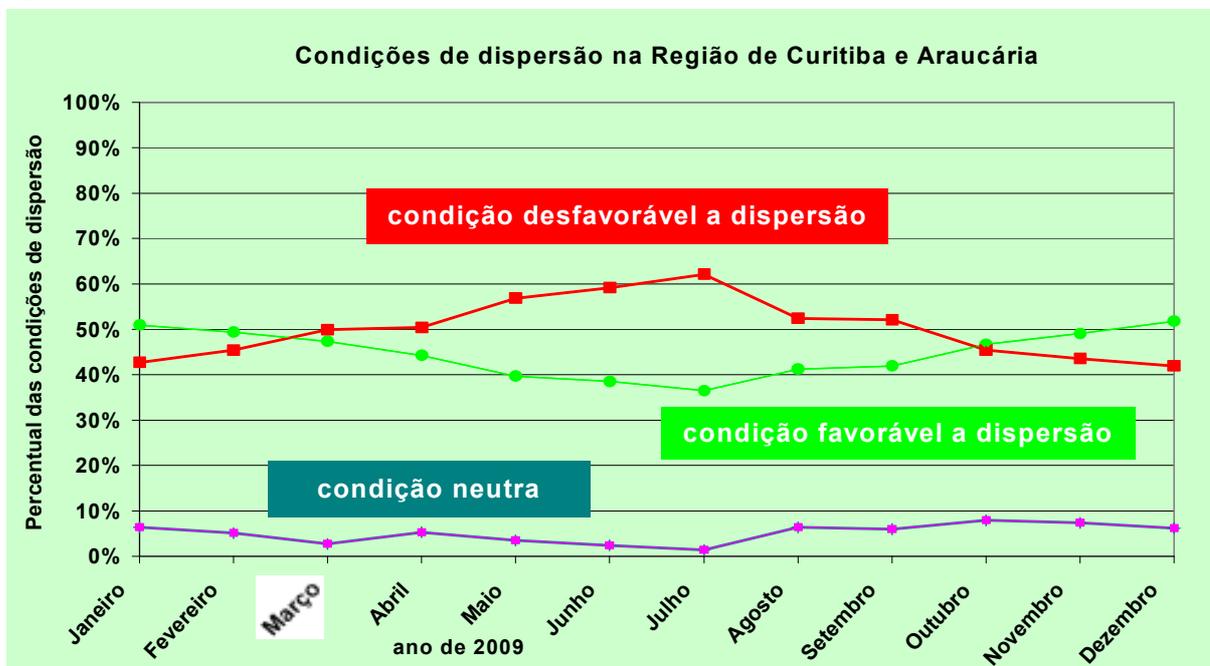


Gráfico 2: Condições de dispersão nas estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar

Podemos observar que nos meses de março até outubro as condições desfavoráveis à dispersão prevaleceram, enquanto no restante do ano, encontramos geralmente condições favoráveis à dispersão.

2.3 OBJETIVO DO MONITORAMENTO

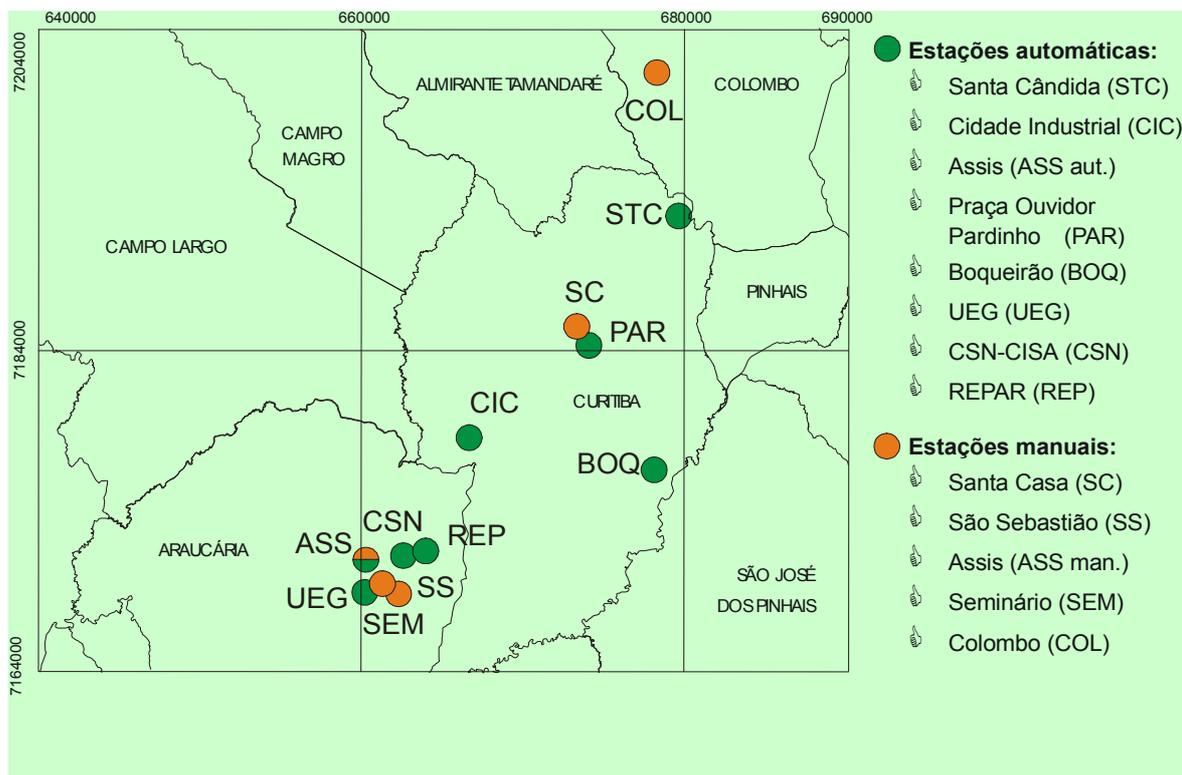
O objetivo do controle de poluição atmosférica é baseado em três princípios importantes: **proteção**, **prevenção** e **motivação ética**. A proteção contra os comprovados impactos adversos, a prevenção contra os possíveis impactos adversos e a motivação ética que é o prazer de viver num ambiente limpo e saudável. O instrumento central deste controle é o monitoramento da qualidade do ar, o qual é realizado através de estações, que podem ser manuais ou automáticas. Cada estação possui instrumentos que analisam poluentes atmosféricos e parâmetros meteorológicos. O equipamento das estações manuais opera apenas em forma de coleta, por exemplo, coleta PTS em filtro. A análise do filtro é realizada posteriormente em laboratório. Assim, diariamente um técnico visita as estações para instalar um filtro novo e recolher o filtro usado para análise em laboratório. 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 análise dos poluentes ao mesmo tempo. Os resultados são armazenados por um sistema computadorizado. Desta forma obtemos as médias horárias dos poluentes. Como o monitoramento é todo automatizado, só é necessário visitar as estações automáticas para manutenção do equipamento.

2.4 LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES E CONCEITO DO MONITORAMENTO

A localização geral das estações de monitoramento dentro dos municípios de Curitiba Araucária e Colombo é mostrada na **Figura 1**. Uma informação mais precisa quanto à localização das estações de Curitiba, consta nos mapas do Anexo 1.

Figura 1: Localização das estações de monitoramento de qualidade do ar na RMC



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

No ano de 1998, foram instaladas em Curitiba, mais duas estações automáticas de monitoramento do ar, Estações CIC e Santas Cândidas, que medem médias horárias dos componentes NO₂, O₃, SO₂ e diversos parâmetros meteorológicos.

No início de 2000 foi instalada uma nova estação automática em Araucária, equipada para o monitoramento de parâmetros meteorológicos e dos componentes NO₂, O₃, SO₂ e PTS.

Em setembro de 2001 entrou em operação a estação automática no bairro do Boqueirão e em agosto de 2002, outras duas estações automáticas: uma em Curitiba próxima ao Centro, na Praça Ouvidor Pardinho, e outra no município de Araucária, no bairro Sabiá, no terreno da empresa CISA.

Em maio de 2003 foi instalada mais uma estação automática no centro de Araucária chamada de UEG e em julho do mesmo ano a estação REPAR, localizada temporariamente no terreno da refinaria Presidente Vargas em Araucária.

Em 2006 foi instalada uma estação manual em área central de Colombo, que monitora o parâmetro PTS. Em 2007 esta estação passou a monitorar também o parâmetro PI.

As estações CIC e Boqueirão tiveram a operação interrompida em junho de 2006 e outubro de 2007, respectivamente em função de ações de vandalismo. A Estação Boqueirão teve seu início da operação em agosto de 2009. A previsão de retomada da operação para a estação CIC é para o início do segundo semestre de 2010.

Na **Tabela 4** vemos a lista das estações que compõem a rede de monitoramento qualidade do ar da RMC, sua localização e categoria, os parâmetros medidos em 2009, a data de início da operação e as instituições / empresas responsáveis pelos custos de operação e manutenção.

Tabela 4: Estações de monitoramento de qualidade do ar na RMC no ano de 2009

Estação	Localização/ <u>Categoria</u> ¹⁾	Parâmetros medidos no ano de 2009		Período de funcionamento/ Responsável pelo custo operacional	
		Poluentes	Meteorologia		
a u t o n á t i c a	Santa Cândida (STC)	Nordeste de Curitiba, Bairro Santa Cândida/ bairro	SO ₂ , O ₃ NO, NO ₂	Todas as estações: temperatura, umidade relativa, radiação global, pressão, velocidade e direção do vento Exceções: BOQ: sem umidade, global, UVA, UVB, ASS: sem radiação UVA, UVB, PAR: sem velocidade vento CSN-CISA: sem radiação global, UVA, UVB REP: sem radiação UVA, UVB umidade relativa. pressão	desde 1998/ LACTEC
	Cidade Industrial (CIC)	Oeste de Curitiba, Bairro Cidade Industrial/ industrial	SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃		desde 1998/ desativada 06/06 LACTEC
	Assis automática (ASS aut.)	Centro/Norte de Araucária, Bairro Fazenda Velha/ industrial	SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ , PTS		desde abril de 2000/ SMMA Araucária
	Ouvidor Pardiniho (PAR)	Região central de Curitiba, Bairro Rebouças/ centro	SO ₂ , O ₃ , NO, NO ₂ , PTS, PI, ²⁾		desde agosto de 2002/ IAP
	Boqueirão (BOQ)	Sudeste de Curitiba Bairro Boqueirão/ bairro	SO ₂ , O ₃ , PTS, PI, CO		desde setembro de 2001/ IAP reativada 08/09
	UEG (UEG)	Região central de Araucária Bairro Centro/ industrial e centro	SO ₂ , CO, O ₃ , PI, NO, NO ₂ ,		desde maio de 2003/ IAP
	CSN-CISA (CISA)	Centro/Nordeste de Araucária, Bairro Sabiá/ industrial	SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ , PI, PTS ¹⁾		desde agosto de 2002/ CSN-CISA
REPAR (REP)	Centro/Nordeste de Araucária, industrial	SO ₂ , NO, NO ₂ , CO, O ₃ , PTS, PI	desde julho de 2003/ REPAR		
n a n u a l	Santa Casa (SC)	Região central de Curitiba, Bairro Centro/ centro	Fumaça, SO ₂ , PTS, NH ₃	Sem medição de parâmetros meteorológicos	desde 1985/ IAP
	São Sebastião (SS)	Centro/Leste de Araucária, Bairro Tindiquera/ bairro	Fumaça, SO ₂ , NH ₃		desde 1985/ IAP
	Assis (ASS man.)	Centro/Norte de Araucária, Bairro Vila Nova/ industrial	Fumaça, SO ₂ , NH ₃		desde 1985/ IAP
	Seminário (SEM)	Região central de Araucária Bairro Sabiá/ industrial e centro	Fumaça, SO ₂ , NH ₃		desde 1985/ IAP
	Colombo (COL)	Região central de Colombo, industrial e centro	PTS, PI	Com medição de parâmetros meteorológicos	desde 2006/ IAP

Notas: 1) Categoria de área de monitoramento (veja Tabela 5)

2) Hidrocarbonetos Totais

Baseando-se na Diretiva Européia 1999/30/CE, chega-se à conclusão 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 do ar.

Quanto a 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 do(s) valor(es)-limite”;
- “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 espera violações em áreas dominadas por emissões industriais
- **CENTRO:** onde se espera violações em áreas dominadas por emissões do tráfego
- **BAIRRO:** onde mora a população e conseqüentemente passa uma boa parte da sua vida

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

Tabela 5: Monitoramento de qualidade do ar nas áreas: INDUSTRIAL, CENTRO, BAIRRO

Poluente	Nº de estações de monitoramento (final ano de 2009)	Nº de estações de monitoramento nas áreas			Conclusão	
		INDUSTRIAL	CENTRO	BAIRRO		
			INDUSTRIAL E CENTRO			
PTS	7	3	1	2	1	suficiente
Fumaça	4	1	1	1	1	suficiente
PI	6	2	1	1	1	suficiente
SO ₂	11	4	2	2	3	suficiente
CO	3	1	1	0	1	número insuficiente
O ₃	7	3	1	1	2	suficiente
NO	6	3	1	1	1	suficiente

No ano de 2009 a Rede de Monitoramento de Qualidade do Ar da RMC contou 12 de suas 13 estações (sete estações automáticas e cinco manuais). Embora o número de estações se encontrem suficiente em relação a Diretiva Européia, é importante que sejam complementadas para a medição da maior parte dos parâmetros indicados na Legislação.

3 RESULTADOS DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

3.1 REPRESENTATIVIDADE E DISPONIBILIDADE DOS DADOS

Na operação de uma rede de estações de monitoramento sempre acontecem lacunas na obtenção de dados, podendo ser devido à calibração ou 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 limites de representatividade, que são amplamente usados:

média	critério de representatividade
horária	pelo menos uma média de 30 minutos válida
8 horas	pelo menos 6 médias horárias válidas
diária	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 (janeiro-abril, maio-agosto, setembro-dezembro) válidas

Assim, sempre que uma média horária não atinge o critério de representatividade, cria-se uma lacuna na planilha das médias horárias. Dizer que a disponibilidade para 1 hora foi, por exemplo, de 80 % significa que do total de 8760 horas do ano, 80 % ou 7008 estão disponíveis ou válidas.

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 as lacunas aumentam. 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. Devido a isto, a disponibilidade do equipamento consta nas tabelas seguintes deste capítulo.

3.2 PARÂMETROS DA 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 (CONAMA n° 03/90, SEMA n° 054/06, veja Tabela 1). Informações mais detalhadas encontram-se nos Anexos 2 e 3.

O Anexo 2 contém os gráficos da variação média diária das sete estações automáticas. Estes gráficos mostram a dependência das concentrações de poluentes de processos regulares como, por exemplo, o tráfego de automóveis ou a radiação solar.

No Anexo 3 são apresentadas bússolas com as concentrações médias em função da direção do vento. Estas bússolas demonstram de qual direção os poluentes foram transportados para as estações de monitoramento e ajudam então a localizar fontes dominantes.

3.2.1 Partículas Totais em Suspensão (PTS)

O componente PTS foi monitorado em sete localidades: nas Estações Santa Casa, Boqueirão e Ouvidor Pardinho em Curitiba, nas Estações Assis automática, CSN-CISA e REPAR em Araucária e na Estação de Colombo. Os números de classificações das médias diárias, as médias anuais e as médias diárias máximas estão apresentados na **Tabela 6**.

Tabela 6: Resultados do monitoramento de PTS

monitoramento de PTS no ano de 2009					
PTS Estação: Curitiba, Santa Casa Disponibilidade 24h: 91,8 %	n° de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)				
	BOA: 223	REGULAR: 102	INADEQUADA: 0	MÁ: 0	
	média anual: 67,5 µg/m ³				
	média diária máxima: 182,0 µg/m ³ (em 04 de fevereiro de 2009)				
	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero				
PTS Estação: Boqueirao Disponibilidade 24h: 40,5%	n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro)				
	BOA: 133	REGULAR: 15	INADEQUADA: 0	MÁ: 0	
	média anual: 43,9, µg/m ³				
	média diária máxima: 172,0 µg/m ³ (em 14 de agosto de 2009)				
	n° de ultrapassagens das médias diárias : zero				
PTS Estação: Curitiba, Praça Ouvidor Pardinho Disponibilidade 24h: 97,8%	n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro)				
	BOA: 355	REGULAR: 2	INADEQUADA: 0	MÁ: 0	
	média anual: 17,7g/m ³				
	média diária máxima: 108,0 µg/m ³ (em 30 de abril de 2009)				
	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero				
PTS Estação: Araucária, CSN-CISA Disponibilidade 24h: 63,3%	n° de classificações das médias diárias (janeiro - setembro)				
	BOA: 194	REGULAR: 36	INADEQUADA: 1	MÁ: 0	
	média anual: 38,8µg/m ³				
	média diária máxima: 282,0 µg/m ³ (em 01 de setembro de 2009)				
	n° de ultrapassagens das médias diárias: uma				
PTS Estação: Araucária Assis automática Disponibilidade 24h: 97,5%	n° de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)				
	BOA: 320	REGULAR: 36	INADEQUADA: 0	MÁ: 0	
	média anual: 26,3 µg/m ³				
	média diária máxima: 356,0 µg/m ³ (em 14 de agosto de 2009)				
	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero				
PTS Estação: Araucária, REPAR Disponibilidade 24h: 97,3%	n° de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)				
	BOA: 304	REGULAR: 51	INADEQUADA: 0	MÁ: 0	PÉSSIMA:0
	média anual: 35,9 µg/m ³				
	média diária máxima: 220,0 µg/m ³ (em 14 de agosto de 2009)				
	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero				
PTS Estação: Colombo Disponibilidade 24h: 92,3%	n° de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)				
	BOA: 208	REGULAR: 119	INADEQUADA :10	MÁ: 0	PÉSSIMA:0
	média anual: 65,1 µg/m ³				
	média diária máxima: 368,0 µg/m ³ (em 18 de maio de 2009)				
	n° de ultrapassagens das médias diárias: dez				

Nota: 1) não atende ao critério de representatividade

Na Estação Santa Casa foram observadas na maioria das vezes médias diárias até 80 µg/m³ (classificação BOA). Nenhuma média diária ultrapassou o padrão primário de 240 µg/m³ para 24 horas. A média anual ficou em 67,5 µg/m³, valor que atende ao padrão primário de 80 µg/m³ sendo pouco inferior ao valor de 69,9 µg/m³ observado no ano anterior. As condições mais desfavoráveis foram encontradas nos meses de inverno, como demonstra o

Gráfico 3, devido a menor quantidade de chuva e condições menos favoráveis à dispersão dos poluentes nesta época.

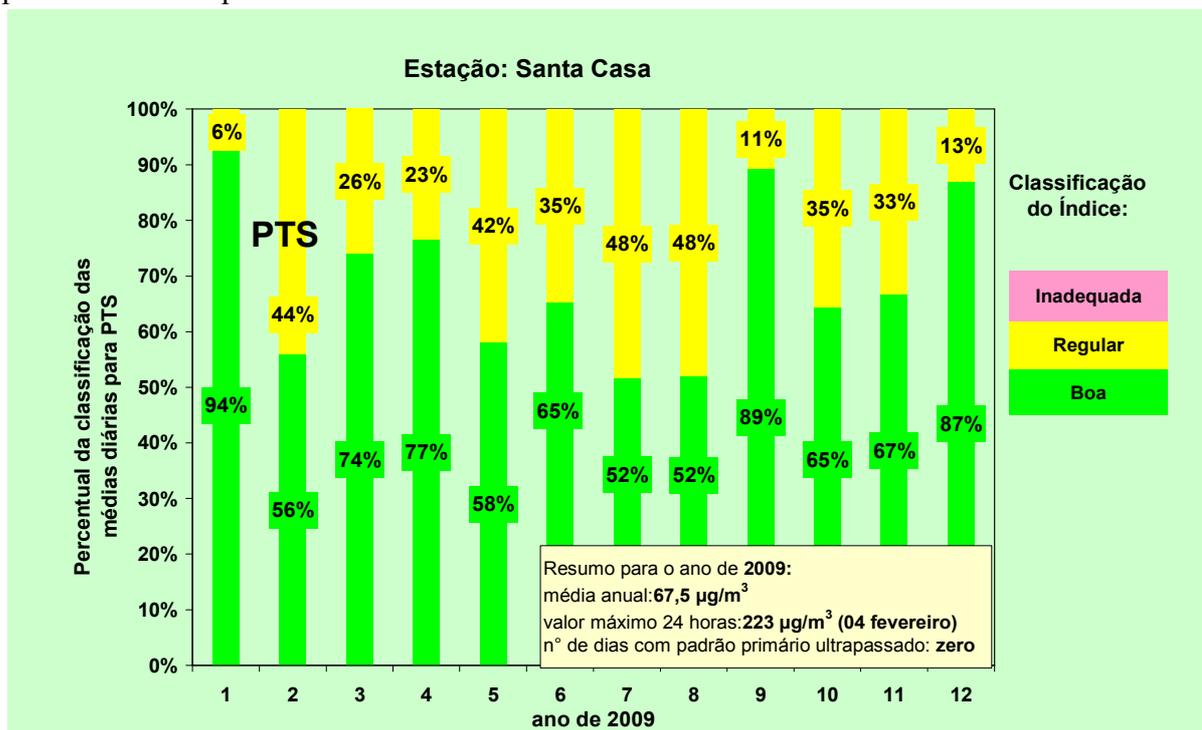


Gráfico 3: Classificação das médias diárias para PTS na Estação Santa Casa no ano de 2009

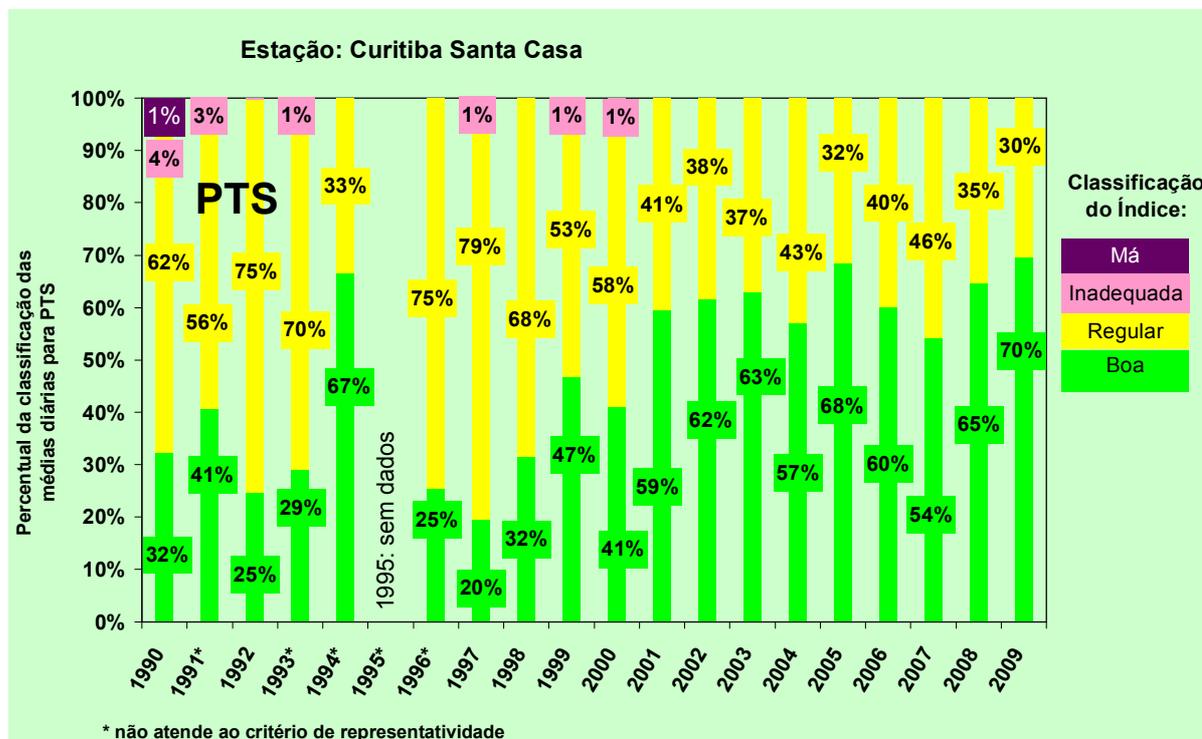


Gráfico 4: Classificação das médias diárias para PTS na Estação Santa Casa entre 1990/2009

Analisando o período entre 1990 e 2009, observamos no **Gráfico 4** uma melhoria significativa no ano de 2009 em relação a 1990. Em 2009, a maioria das médias diárias 68,6% foi de classificação BOA e pela nona vez a média anual atende ao padrão primário de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nos anos de 2001 a 2009 não houve mais violações do padrão diário de $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mostrando que o ar deste local se apresenta menos comprometido.

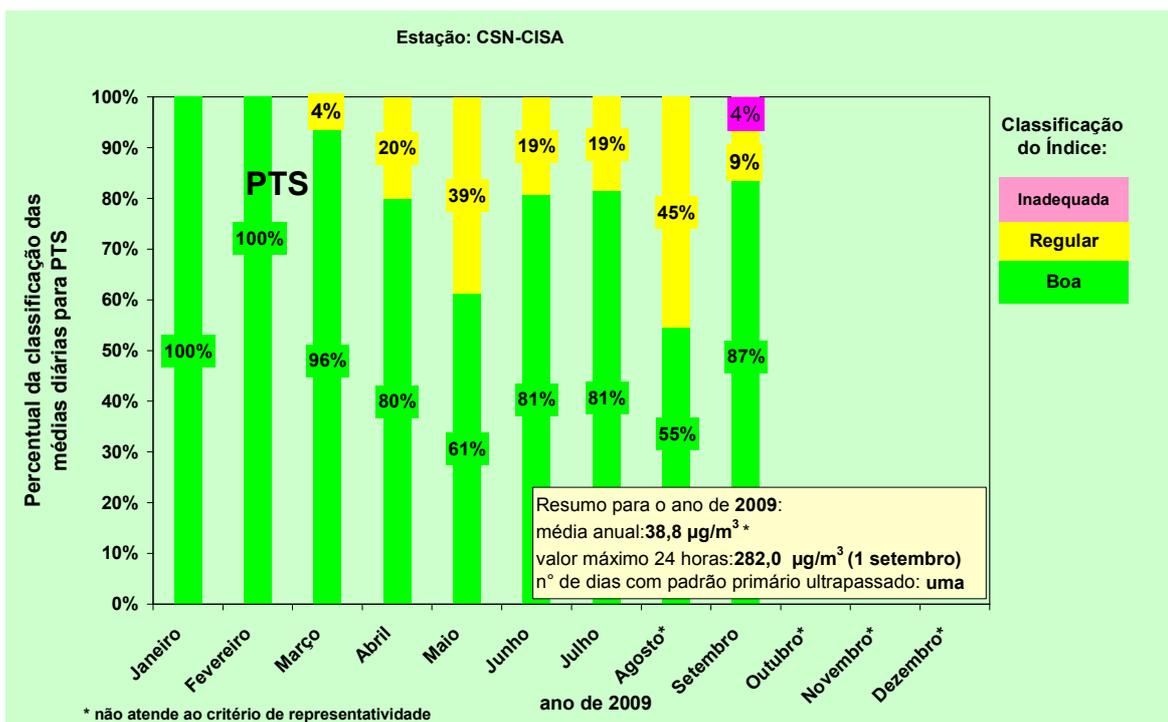


Gráfico 5: Classificação das médias diárias para PTS na Estação CSN-CISA no ano de 2009

O **Gráfico 5** mostra a classificação das médias diárias para PTS na Estação CSN-CISA em 2009. Neste ano a Estação CSN-CISA, em Araucária apresentou uma média anual de 38,8 µg/m³ com 84,0% das médias diárias na classificação BOA, 15,6% das médias diárias na classificação REGULAR e 0,4% na classificação INADEQUADA. O analisador de PTS da Estação CSN-CISA apresentou problemas não sendo possível apresentar resultados nos meses de outubro à dezembro.

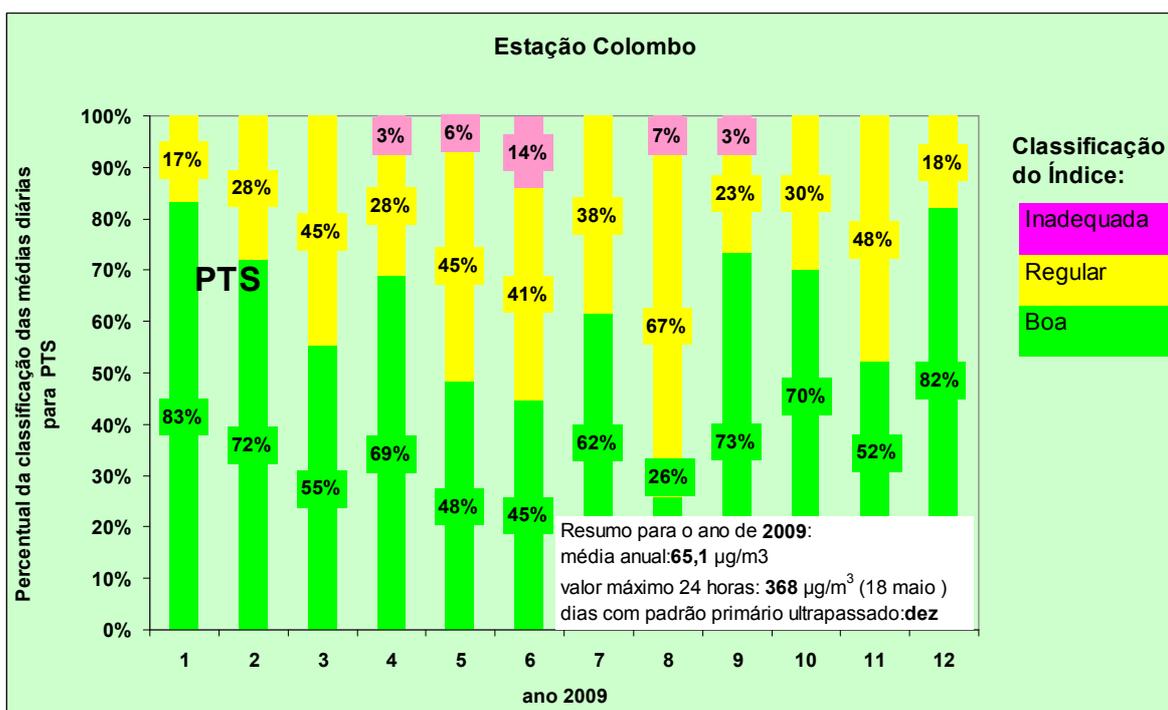


Gráfico 6: Classificação das médias diárias para PTS na Estação Colombo no ano de 2009

No **Gráfico 6** observamos na Estação de Colombo que a concentração de PTS apresentou uma média anual de $65,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ valor este abaixo do padrão primário de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ estabelecido na Resolução do CONAMA 03/90, com 61,7% das médias diárias na classificação BOA, 35,3% na classificação REGULAR, 3,0% na classificação INADEQUADA. Foram observadas 10 violações foram verificadas nos meses de inverno e início da primavera que coincidiram com a menor quantidade de chuva ocasionando geralmente condições menos favoráveis à dispersão dos poluentes.

3.2.2 Fumaça

O componente Fumaça foi monitorado em quatro localidades: uma em Curitiba na Estação Santa Casa, (na Praça Rui Barbosa) e três em Araucária: nas Estações Assis manual, Seminário e São Sebastião. A **Tabela 7** mostra os números de classificações das médias diárias, as médias anuais e as médias diárias máximas.

Tabela 7: Resultados do monitoramento de Fumaça

Monitoramento de fumaça no ano de 2009				
3.2.2.1 Fumaça	n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	353	4	0	0
	média anual: $15,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$			
	média diária máxima: $92,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (em 13 de agosto de 2009)			
Disponibilidade 24h: 97,8%	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
Fumaça	n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	355	0	0	0
	média anual: $2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$			
	média diária máxima: $39,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (em 13 de agosto de 2009)			
Disponibilidade 24h: 97,3 %	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
Fumaça	n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	363	2	0	0
	média anual: $7,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$			
	média diária máxima: $71,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (em 13 de agosto de 2009)			
Disponibilidade 24h: 100 %	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
3.2.2.2 Fumaça	n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	365	0	0	0
	média anual: $3,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$			
	média diária máxima: $41,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (em 22 de junho de 2009)			
Disponibilidade 24h: 100 %	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			

Nota: 1) não atende ao critério de representatividade

Em 2009 não obtivemos violações dos padrões da média diária e anual para este poluente em Araucária e Curitiba.

Nas Estações em Araucária a concentração de Fumaça apresentou uma média anual de $4,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ valor este abaixo do padrão primário de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ estabelecido na Resolução do CONAMA 03/90, com 99,8% das médias diárias na classificação BOA e 0,2% na classificação REGULAR.

Em Curitiba na Estação Santa Casa a concentração de Fumaça apresentou uma média anual de $15,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ valor este abaixo do padrão primário de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ estabelecido na Resolução do CONAMA 03/90, com 98,9% das médias diárias na classificação BOA e 1,1% na classificação REGULAR.

Na tabela 7 podemos observar que as médias diárias máximas foram registradas em junho e agosto .

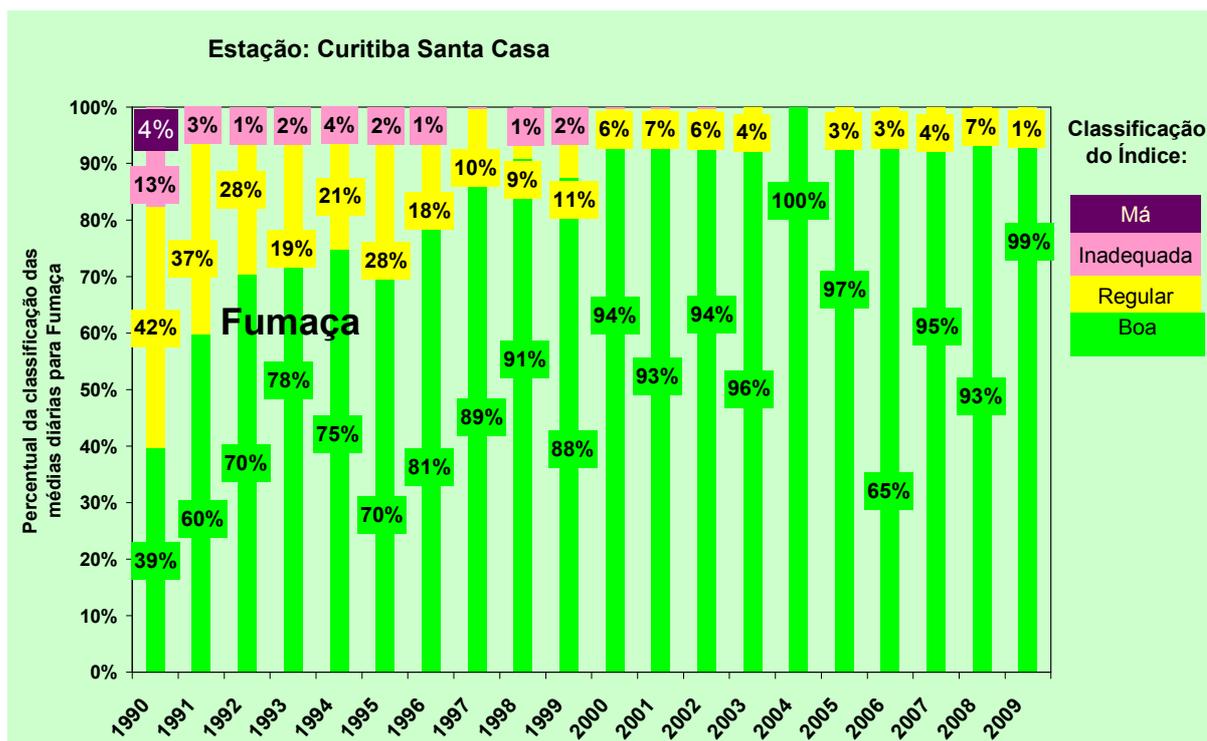


Gráfico 7: Classificação das médias diárias para **Fumaça** na Estação Santa Casa de 1990/2009

Analisando o período entre 1990 e 2009, observamos no **Gráfico 7** uma melhoria significativa no ano de 2009 em relação a 1990. Em 2009, 99,0% das médias diárias de Fumaça foi de classificação BOA e pela décima vez a média anual atende ao padrão primário de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.2.3 Partículas Inaláveis (PI)

O componente PI foi monitorado em seis localidades: duas em Curitiba na Estação Ouvidor Pardinho e Boqueirão, três localizadas em Araucária nas Estações CSN-CISA, UEG e REPAR e uma na Estação manual de Colombo. Os números de classificações das médias diárias e das médias diárias máximas estão apresentados na **Tabela 8**.

Tabela 8: Resultados do monitoramento de PI

monitoramento de Partículas Inaláveis no ano de 2009				
PI Estação: Curitiba, Ouvidor Pardinho Disponibilidade 24h: 99,2 %	n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	354	8	0	0
	média anual: 15,6 µg/m ³			
	média diária máxima: 84,0 µg/m ³ (em 3 de abril de 2009)			
	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
PI Estação: Curitiba Boqueirao Disponibilidade 24h: 25,8%	n° de classificações das médias diárias (agosto – dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	80	14	0	0
	média anual: 34,6 µg/m ³			
	média diária máxima: 110,0 µg/m ³ (em 2 de setembro de 2009)			
	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
PI Estação: Araucária, CSN-CISA Disponibilidade 24h: 94,5%	n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	306	39	0	0
	média anual: 27,9µg/m ³			
	média diária máxima: 122,0, µg/m ³ (em 2 de setembro de 2009)			
	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
PI Estação: Araucária, UEG Disponibilidade 24h: 84,4%	n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	249	59	0	0
	média anual: 31,1 µg/m ³			
	média diária máxima: 150,0 µg/m ³ (em 4 de julho de 2009)			
	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
PI Estação: Araucária, REPAR Disponibilidade 24h: 98,9 %	n° de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	319	42	0	0
	média anual: 28,5 µg/m ³			
	média diária máxima: 118,0 µg/m ³ (em 14 de agosto de 2009)			
	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
PI Estação: Colombo Disponibilidade 24h: 97,0 %	n° de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	220	58	3	0
	média anual: 38,0 µg/m ³			
	média diária máxima: 203,0 µg/m ³ (em 13 de agosto de 2009)			
	n° de ultrapassagens das médias diárias: tres			

Nota: 1) não atende ao critério de representatividade

Em Curitiba a classificação das médias diárias foi de 88,4 % como BOA e 11,6 % das médias diárias na classificação REGULAR. Podemos constatar que a situação referente ao parâmetro PI é boa em Curitiba.

Em Araucária a classificação das médias diárias foi de 86,2 % como BOA ,13,8 % das médias diárias na classificação REGULAR .

Na estação de Colombo a concentração de PI apresentou uma média anual de 38,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ valor este abaixo do padrão primário de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ estabelecido na Resolução do CONAMA 03/90, com 78,3% das médias diárias na classificação BOA, 20,6% na classificação REGULAR e 1,1% na classificação INADEQUADA. Foram observadas 3 violações na classificação INADEQUADA.

Como podemos observar no **Gráfico 8** as violações foram verificadas nos meses de junho, agosto e setembro, que coincidiram com a menor quantidade de chuva ocasionando geralmente condições menos favoráveis à dispersão dos poluentes.

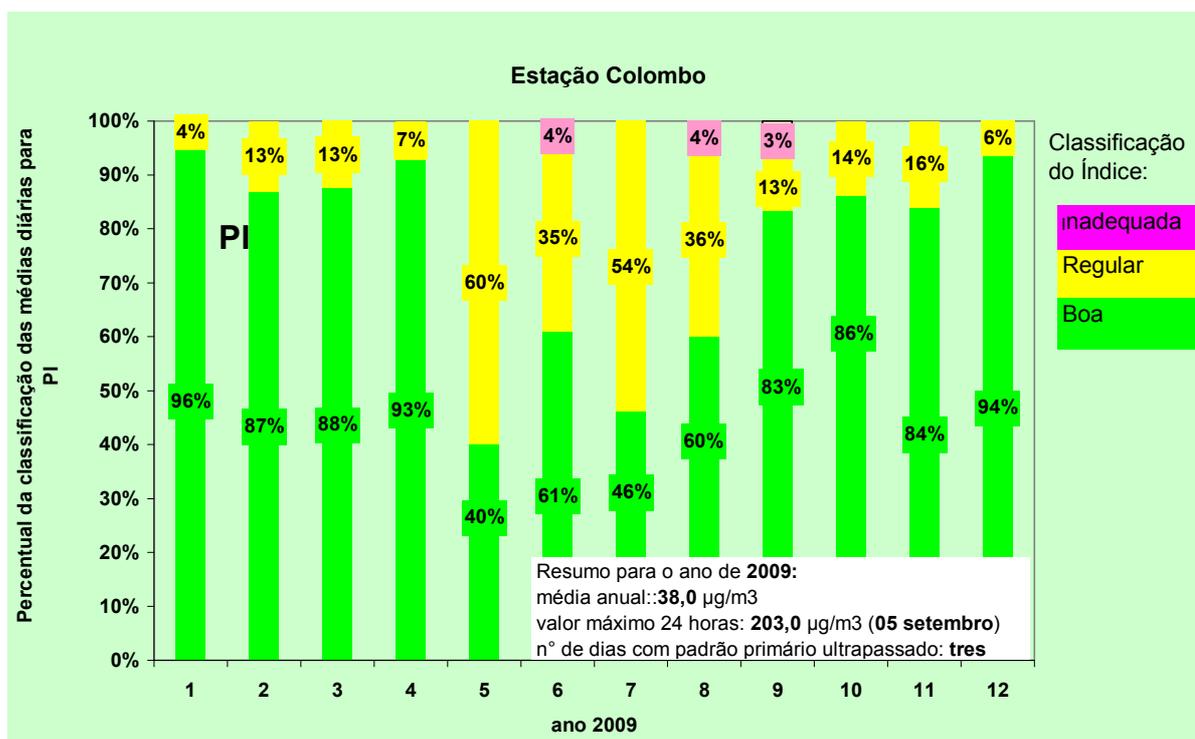


Gráfico 8: Classificação das médias diárias para PI na Estação Colombo no ano de 2009

3.2.4 Dióxido de Enxofre (SO₂)

O Dióxido de Enxofre é a substância com o maior número de pontos de monitoramento na RMC. O SO₂ foi monitorado nas onze localidades em operação durante o ano de 2009 (veja Tabela 4). As classificações das médias diárias, as médias anuais e as médias diárias máximas estão apresentadas na **Tabelas 9**.

Em Curitiba todas as médias diárias obtidas enquadram-se na classificação BOA. Em Araucária as médias diárias na classificação foram (99,15 %) como BOA (0,76%) das médias diárias na classificação REGULAR e (0,09%) na classificação INADEQUADA. Obtivemos duas violações na classificação INADEQUADA na Estação REPAR.

Curitiba apresenta já há alguns anos uma situação boa com referência ao poluente SO₂ e, no **Gráfico 9**, vemos como a situação melhorou no período de 1990 a 1996 e que a partir desta data observamos uma situação praticamente estável.

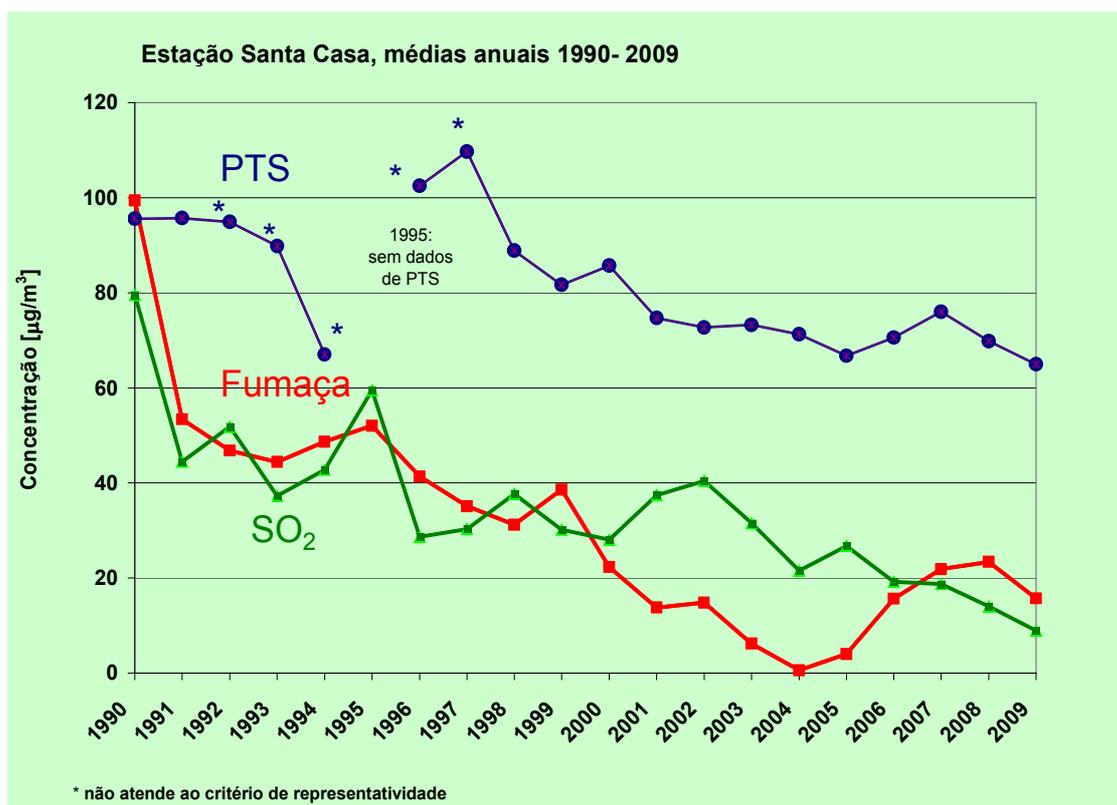


Gráfico 9: Médias Anuais para SO₂, Fumaça e PTS no Período de 1990/2009 na Estação Santa Casa

Tabela 9: Resultados do monitoramento de SO₂ em Curitiba

Monitoramento de SO ₂ no ano de 2009				
SO ₂ Estação: Curitiba, Santa Casa Disponibilidade 24h: 97,3 %	n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	355	0	0	0
	média anual: 8,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	média diária máxima: 26,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (em 10 março de 2009)			
	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
SO ₂ Estação: Curitiba, Santa Cândida Disponibilidade 24h: 98,9%	n° de classificações das médias diárias (janeiro- dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	361	0	0	0
	média anual : 2,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	média diária máxima: 6,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (em 30 de setembro de 2009)			
	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
SO ₂ Estação: Curitiba, Praça OuvidoPardinho Disponibilidade 24h: 100%	n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	365	0	0	0
	média anual: 1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	média diária máxima: 19,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (em 26 de abril de 2009)			
	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
SO ₂ Estação: Curitiba, Boquerão Disponibilidade 24h: 8,8% ¹⁾	n° de classificações das médias diárias (novembro- dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	32	0	0	0
	média anual: 8,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	média diária máxima: 13,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (em 10 de dezembro de 2009)			
	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			

Tabela 10: Resultados do monitoramento de SO₂ em Araucária

Monitoramento de SO ₂ no ano de 2009				
SO₂ Estação: Araucária Assis Automática Disponibilidade 24h: 100%	n° de classificações das médias diárias (janeiro-dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	365	0	0	0
	média anual: 6,4 µg/m ³			
	média diária máxima: 48,4 µg/m ³ (em 21 de abril de 2009)			
	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
SO₂ Estação: Araucária Assis manual Disponibilidade 24h: 97,3%	n° de classificações das médias diárias (janeiro-dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	355	0	0	0
	média anual: 5,5 µg/m ³			
	média diária máxima: 40,0 µg/m ³ (em 3 de maio de 2009)			
	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
SO₂ Estação: Araucária, Seminário Disponibilidade 24h: 100%	n° de classificações das médias diárias (janeiro-dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	365	0	0	0
	média anual: 8,1 µg/m ³			
	média diária máxima: 41,0 µg/m ³ (em 11 de janeiro de 2009)			
	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
SO₂ Estação: Araucária São Sebastião Disponibilidade 24h: 100%	n° de classificações das médias diárias (janeiro-dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	365	0	0	0
	média anual: 4,7 µg/m ³			
	média diária máxima: 32,0 µg/m ³ (em 2 de maio de 2009)			
	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
SO₂ Estação: Araucária CSN-CISA Disponibilidade 24h: 49,3% ¹⁾	n° de classificações das médias diárias (janeiro-outubro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	178	2	0	0
	média anual: 13,5 µg/m ³			
	média diária máxima: 196,7 µg/m ³ (em 1 de maio de 2009)			
	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
SO₂ Estação: Araucária UEG Disponibilidade 24h: 100%	n° de classificações das médias diárias (janeiro-dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	257	0	0	0
	média anual: 5,0 µg/m ³			
	média diária máxima: 74,2 µg/m ³ (em 6 de maio de 2009)			
	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
SO₂ Estação: Araucária REPAR Disponibilidade 24h: 98,9%	n° de classificações das médias diárias (janeiro-dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	344	15	2	0
	média anual: 14,7 µg/m ³			
	média diária máxima: 563,44 µg/m ³ (em 10 março de 2009)			
	n° de ultrapassagens das médias diárias: duas			

Nota: 1) não atende ao critério de representatividade

Diferente dos poluentes PTS e PI, que apresentam os valores mais críticos no período de inverno principalmente em Colombo, temos no caso de SO₂ na Estação REPAR com duas violações na classificação INADEQUADA em períodos diferentes, uma no mês de março e a outra no mês de abril, provavelmente devido a contribuição de atividades industriais, como mostrado no Gráfico 10.

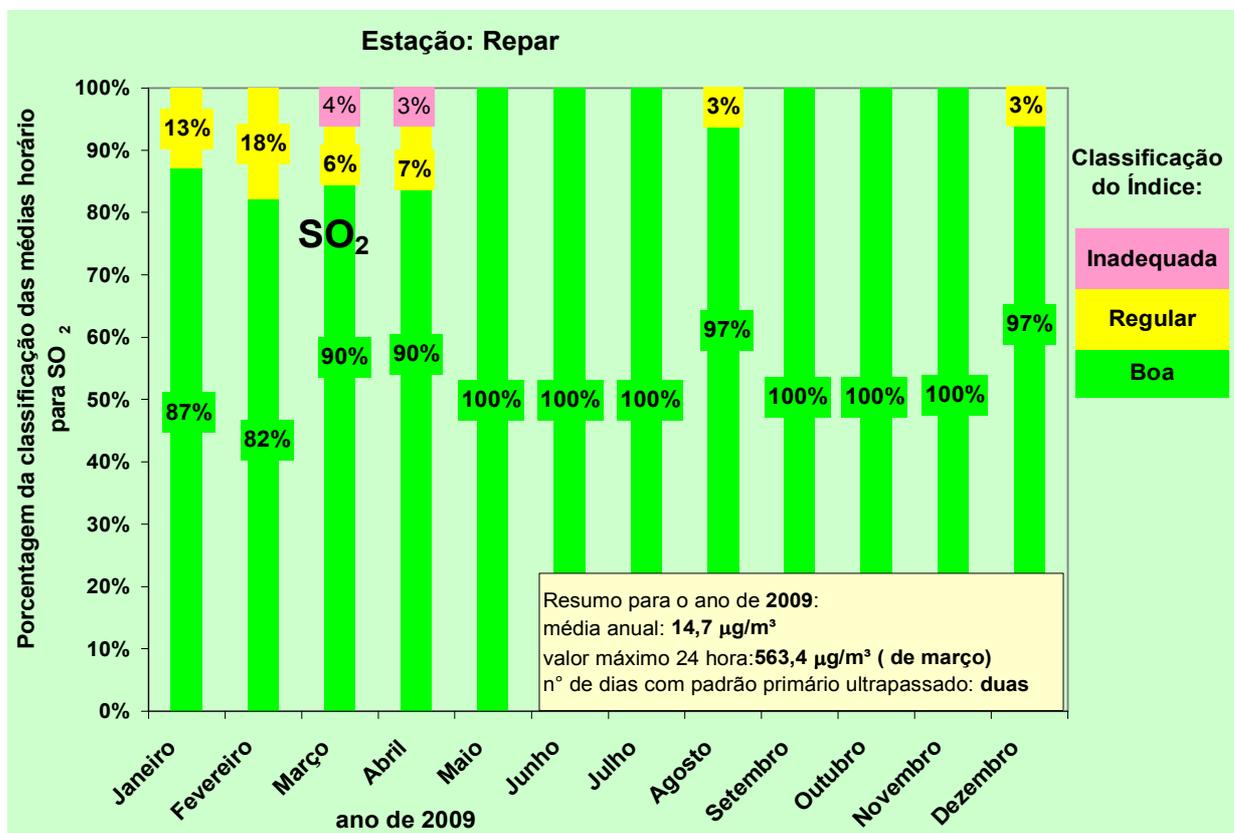


Gráfico 10: Classificação das médias diárias para SO₂ na Estação REPAR no ano de 2009

Em Araucária na Estação REPAR, a concentração de SO₂ apresentou uma média anual de 14,7 µg/m³ valor este abaixo do padrão primário de 80 µg/m³ estabelecido na Resolução do CONAMA 03/90, com 95,3% das médias diárias na classificação BOA, 4,2% na classificação REGULAR e 0,6% na classificação INADEQUADA.

3.2.5 Monóxido de Carbono (CO)

A primeira estação a monitorar esta substância foi a Estação Boqueirão que registrou as concentrações de CO a partir do setembro de 2001. Desde agosto de 2002 é monitorado o parâmetro CO também nas Estações Ouvidor Pardinho e CSN-CISA. Em maio e julho de 2003 entraram mais duas estações em operação: UEG e REPAR. Até 2003, a grande maioria das concentrações se enquadrava na categoria BOA.

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

No ano de 2005, o analisador de CO da Estação Ouvidor Pardinho apresentou problemas não sendo possível apresentar resultados. Nas demais Estações, obtivemos 8 casos na categoria REGULAR e 1 caso na categoria INADEQUADA (Estação REPAR).

Em 2006 o componente CO foi monitorado em cinco localidades: em Curitiba nas Estações Ouvidor Pardini e Boqueirão e em Araucária nas Estações UEG, REPAR e CSN-CISA. Obtivemos 23 casos na categoria REGULAR 11 na Estação do Boqueirão, 6 na Estação Ouvidor Pardini, 2 na Estação da UEG e 4 na Estação REPAR.

Em 2007 o componente CO foi monitorado em cinco estações: em Curitiba nas Estações Ouvidor Pardini e Boqueirão e em Araucária nas Estações UEG, REPAR, CSN-CISA. Na Estação do Boqueirão foram obtidas 96,4% classificações na categoria BOA e 3,6% na categoria REGULAR. Em todas as outras estações as médias diárias obtidas enquadram-se na categoria BOA.

No ano de 2008 o componente CO foi monitorado em duas estações de Araucária REPAR e UEG. Nas duas estações as médias diárias obtidas se enquadraram na categoria BOA.

Em 2009 o componente CO foi monitorado em três localidades: uma em Curitiba na Estação Boqueirão, duas em Araucária nas Estações REPAR e UEG. Nas três estações as médias diárias obtidas se caracterizam na categoria BOA

As classificações das médias diárias, as médias anuais e as médias diárias máximas estão apresentadas na **Tabela 11**.

Tabela 11: Resultados do monitoramento de CO

Monitoramento de CO no ano de 2009				
CO Estação: Curitiba Boqueirão Disponibilidade 1h: 41,0% ¹⁾	n° de classificações das médias para 8 horas (agosto-dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	449	4	0	0
	média máxima 8 horas: 3364 µg/m ³ (em 19 de setembro de 2009 às 15-16 hs)			
	n° de ultrapassagens das médias e de 8 horas: : zero			
CO Estação: Araucária, REPAR Disponibilidade 1h: 96,3%	n° de classificações das médias para 8 horas (janeiro -dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	1055	0	0	0
	média máxima 8 horas: 2562 µg/m ³ (em 14 de agosto de 2009 às 00-08 hs)			
	n° de ultrapassagens das médias e de 8 horas: : zero			
CO Estação: Araucária, UEG Disponibilidade 1h: 18,2% ¹⁾	n° de classificações das médias para 8 horas (janeiro-março)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	199	0	0	0
	média máxima 8 horas: 3808 µg/m ³ (em 15 de janeiro de 2009 às 00-08 hs)			
	n° de ultrapassagens das médias e de 8 horas: : zero			

Nota: 1) não atende ao critério de representatividade

3.2.6 Ozônio (O₃)

As concentrações de O₃ foram registradas em sete as estações automáticas. A **Tabela 12** apresenta os números de classificações das médias horárias e as médias horárias máximas destas estações.

Tabela 12: Resultados do monitoramento de O₃ em Curitiba

Monitoramento de O ₃ no ano de 2009				
O₃ Estação: Curitiba Praça Ouvidor Pardiniho Disponibilidade 1h: 99,7 %	n° de classificações das médias horárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	8648	89	0	0
	média horária máxima: 120,2 µg/m ³ (em 28 de agosto de 2009, às 15-16 hs)			
	n° de ultrapassagens das médias horárias: zero			
O₃ Estação: Curitiba Santa Cândida Disponibilidade 1h: 92,2 %	n° de classificações das médias horárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	7921	172	0	0
	média horária máxima: 149,1 µg/m ³ (em 16 de setembro de 2009, às 15-16 hs)			
	n° de ultrapassagens das médias horárias: zero			
O₃ Estação: Curitiba Boqueirão Disponibilidade 1h: 40,9%	n° de classificações das médias horárias (agosto - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	3480	101	0	0
	média horária máxima: 146,5 µg/m ³ (em 15 de dezembro de 2009, às 15-16 hs)			
	n° de ultrapassagens das médias horárias: zero			
O₃ Estação: Araucária Assis automática Disponibilidade 1h: 99,2 %	n° de classificações das médias horárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	8601	83	1	0
	média horária máxima: 167,1 µg/m ³ (em 29 de março de 2009, às 14-15 hs)			
	n° de ultrapassagens das médias horárias: uma			
O₃ Estação: Araucária CISA Disponibilidade 1h: 98,0 %	n° de classificações das médias horárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	8542	39	0	0
	média horária máxima: 116,6 µg/m ³ (em 30 de março de 2009, às 15-16 hs)			
	n° de ultrapassagens das médias horárias: zero			
O₃ Estação: Araucária UEG Disponibilidade 1h: 80,7 %	n° de classificações das médias horárias(janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	7043	25	0	0
	média horária máxima: 120,3 µg/m ³ (em 29 de março de 2009, às 14-15hs)			
	n° de ultrapassagens das médias horárias: zero			
O₃ Estação: Araucária REPAR Disponibilidade 1h: 99,0 %	n° de classificações das médias horárias(janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	8600	73	0	0
	média horária máxima: 152,9 µg/m ³ (em 21 de dezembro de 2009, às 08-09hs)			
	n° de ultrapassagens das médias horárias: zero			

Nota: 1) não atende ao critério de representatividade

No **Gráfico 11** podemos observar o histórico das violações do poluente O₃ no período de 2000-2009.

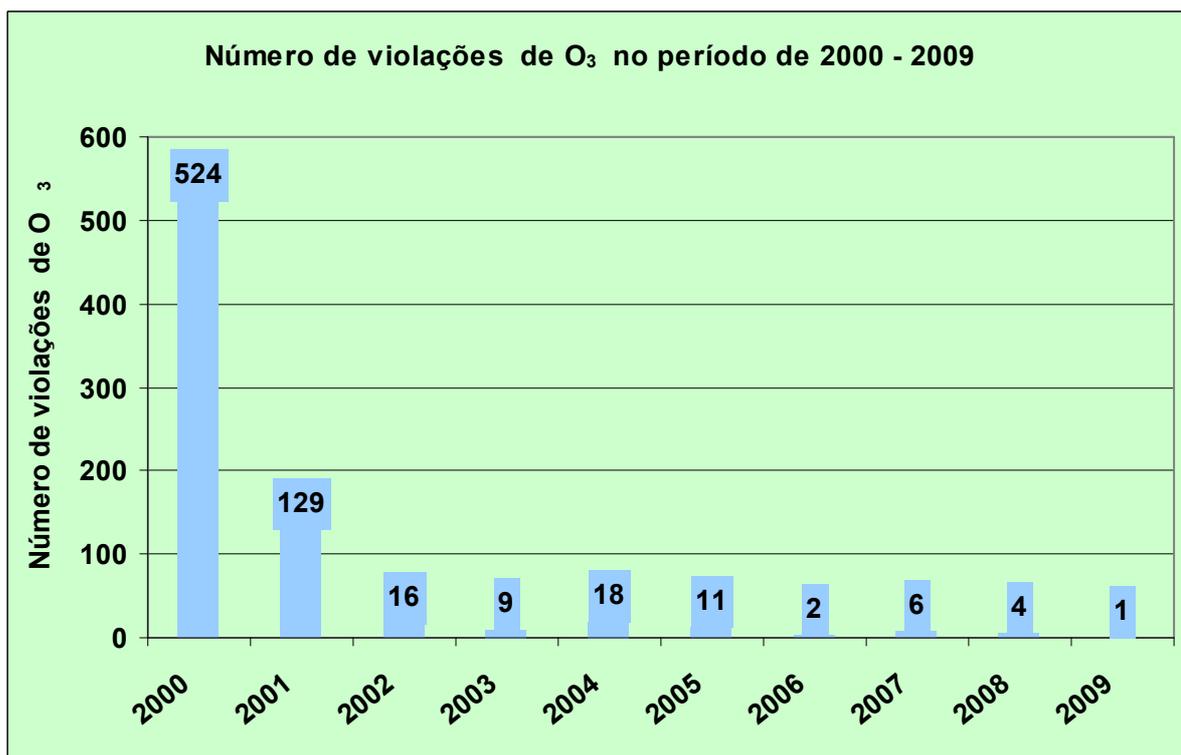


Gráfico 11: Número de registros de violações de O₃ no período de 2000-2009

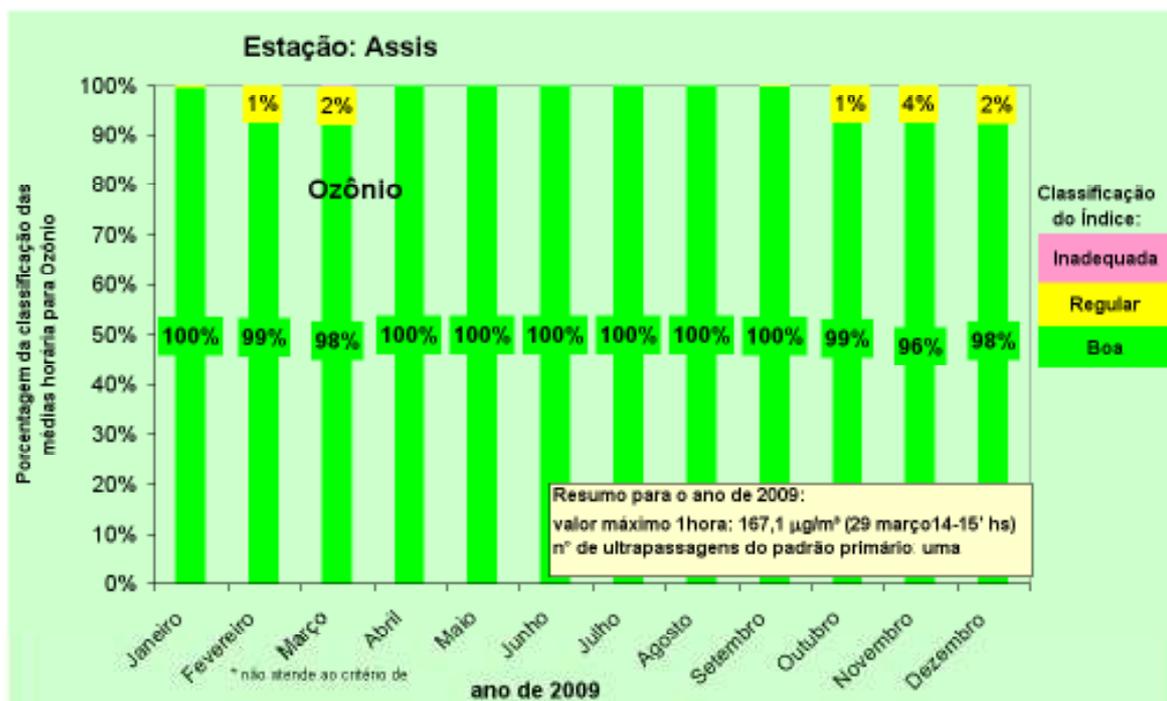


Gráfico 12: Classificação das médias diárias para O₃ na Estação ASSIS no ano de 2009

No Gráfico 12 é apresentada a distribuição da classificação do Índice de qualidade do ar para O₃ durante o ano 2009 na Estação ASSIS em Araucária, local onde foi registrada uma violação na categoria INADEQUADA.

Em Curitiba não foi registrada nenhuma violação para este poluente.

3.2.7 Dióxido de Nitrogênio (NO₂)

As concentrações de NO₂ foram registradas nas 6 estações automáticas. Na **Tabela 13** estão apresentados os números de classificações das médias horárias, as médias horárias máximas e as médias anuais destas estações.

Tabela 13: Resultados do monitoramento de NO₂

Monitoramento de O ₃ no ano de 2009				
NO₂ Estação: Curitiba Praça Ouvidor Pardiniho Disponibilidade 1h: 85,2 %	n° de classificações das médias horárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	8669	69	0	0
	média anual: 32,3 µg/m ³			
	média horária máxima: 203,2 µg/m ³ (em 4 de junho de 2009, às 09-10 hs)			
	n° de ultrapassagens das médias horárias: zero			
NO₂ Estação: Curitiba Santa Cândida Disponibilidade 1h: 94,5 %	n° de classificações das médias horárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	8239	37	0	0
	média anual: 20,4 µg/m ³			
	média horária máxima: 151,4 µg/m ³ (em 5 de junho de 2009, às 08-09 hs)			
	n° de ultrapassagens das médias horárias: zero			
NO₂ Estação: Araucária Assis automática Disponibilidade 1h: 99,6%	n° de classificações das médias horárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	8678	44	0	0
	média anual: 23,5 µg/m ³			
	média horária máxima: 192,5 µg/m ³ (em 14 de agosto de 2009, às 09-10 hs)			
	n° de ultrapassagens das médias horárias: zero			
NO₂ Estação: Araucária CSN-CISA Disponibilidade 1h: 83,1 %	n° de classificações das médias horárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	7269	11	0	0
	média anual: 30,2 µg/m ³			
	média horária máxima: 182,4 µg/m ³ (em 14 de agosto de 2009, às 09-10 hs)			
	n° de ultrapassagens das médias horárias: zero			
NO₂ Estação: Araucária UEG Disponibilidade 1h: 91,5 %	n° de classificações das médias horárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	7495	520	1	0
	média anual: 40,0 µg/m ³			
	média horária máxima: 358,1 µg/m ³ (em 27 de agosto de 2009, às 06-07 hs)			
	n° de ultrapassagens das médias horárias: uma			
NO₂ Estação: Araucária REPAR Disponibilidade 1h: 84,2 %	n° de classificações das médias horárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	7125	244	4	0
	média anual: 31,4 µg/m ³			
	média horária máxima: 623,5 µg/m ³ (em 8 de junho de 2009, às 09-10hs)			
	n° de ultrapassagens das médias horárias: quatro			

Nota: 1) não atende ao critério de representatividade

Em 2009 houve uma diminuição do número de violações no parâmetro NO_2 , em relação a 2008 quando foram registradas 09 violações. Neste ano de 2009 foram registradas 05 violações sendo 04 violações na Estação REPAR e 01 violação na Estação UEG.

Em Araucária foram registradas 97,38% das médias diárias horárias na classificação Boa, 2,61% na classificação REGULAR e 0,02% na classificação INADEQUADA.

Em Curitiba não foi observada nenhuma violação, obtivemos 99,4% das médias diárias horárias na classificação Boa, 0,6% na classificação REGULAR.

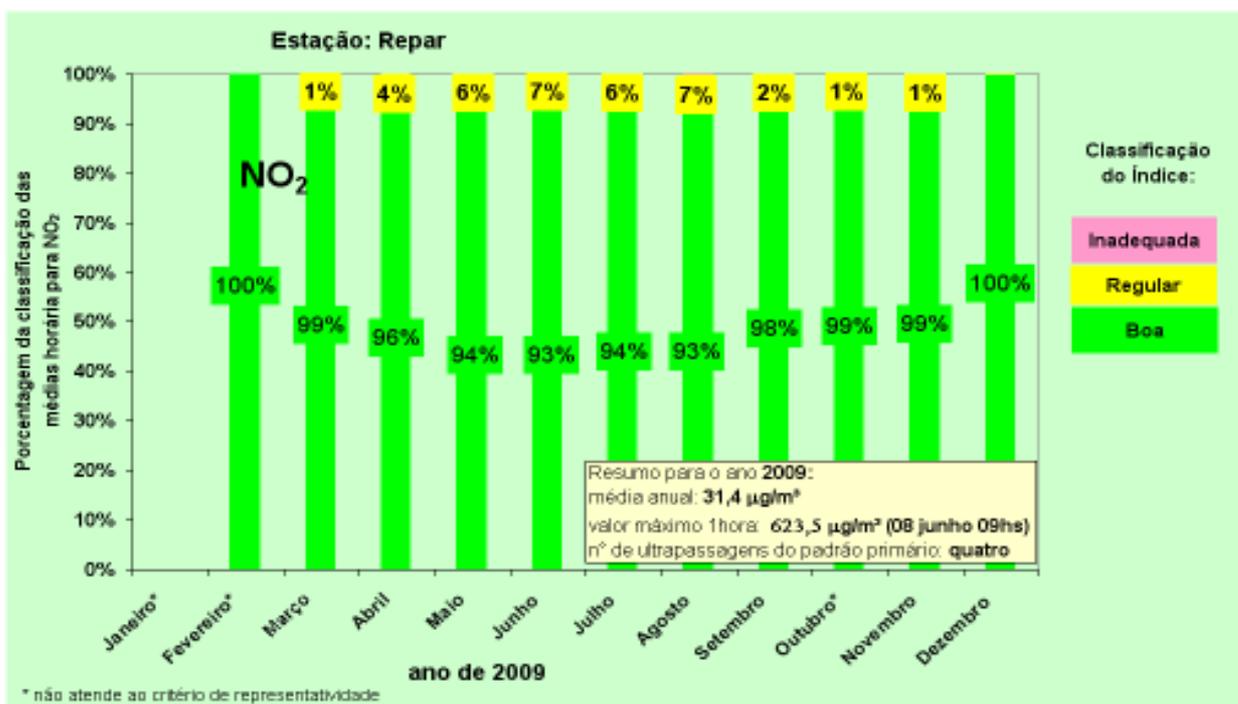


Gráfico 13: Classificação das médias horárias para NO_2 na Estação REPAR 2009.

Na Estação REPAR, a concentração de NO_2 apresentou uma média anual de $31,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ com 96,64% das médias diárias na classificação BOA, 3,31% na classificação REGULAR e 0,05% na classificação INADEQUADA. Como é mostrado no **Gráfico 13**, junho e agosto foram os meses em que ocorreram as mais altas concentrações de NO_2 .

3.3 REGISTROS DE VIOLAÇÕES DOS PADRÕES DA QUALIDADE

As violações aos padrões primários registradas em 2009 e sua distribuição por Estação e Parâmetros podem ser vista na **Tabela 14**. Quando o parâmetro foi monitorado e não houve violações veremos zero (0), quando o parâmetro não foi monitorado veremos traço (-).

Tabela 14: Quantidade de violações por Estação e parâmetro registradas em 2009

MUNICÍPIO	ESTAÇÃO	PTS	FUMAÇA	PI	SO2	CO	O3	NO2	TOTAL
CURITIBA	STA CANDIDA	-	-	-	0	-	0	0	0
	BOQUEIRÃO	-	-	0	0	0	0	-	0
	STA CASA	0	0	-	0	-	-	-	0
	PARDINHO	0	-	0	0	-	0	0	0
	CSN-CISA	1	-	0	0	-	0	0	1
	ASSIS Automática.	0	-	-	0	-	1	0	1
	UEG	-	-	0	0	0	0	1	1
ARAUCÁRIA	REPAR	0	-	0	2	0	0	4	6
	SEMINÁRIO	-	0	-	0	-	-	-	0
	S.SEBASTIÃO	-	0	-	0	-	-	-	0
	ASSIS Manual	-	0	-	0	-	-	-	0
COLOMBO	COLOMBO	10	-	3	-	-	-	-	13
	CURITIBA	0	0	0	0	0	0	0	0
POR	ARAUCÁRIA	1	0	0	2	0	1	5	9
MUNICÍPIO	COLOMBO	10	-	3	-	-	-	-	13
	TOTAL	11	0	3	2	0	1	5	22

Apresentamos na **Tabela 15** e no **GRÁFICO 14** os registros obtidos na Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar na Região Metropolitana, mês a mês, a quantidade de violações por estações e parâmetro durante o ano de 2009.

Tabela 15: Registros de violações aos Padrões Diários, por Mês, Estação Parâmetro em 2009

LOCAL	CURITIBA				ARAUCÁRIA							COLOMBO	TOTAL
ESTAÇÕES	STC	BOQ	SC	PARD	CSN-CISA	ASS aut.	UEG	REPAR	SEM	SS	ASS man	COL	TOTAL
Janeiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fevereiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Março	0	0	0	0	0	1(O3)	0	1(SO2)	0	0	0	0	2
Abril	0	0	0	0	0	0	0	1(SO2)	0	0	0	1(PTS)	2
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2(PTS)	2
Junho	0	0	0	0	0	0	0	3(NO2)	0	0	0	4(PTS)1(PI)	8
Julho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0	0	1(NO2)	1(NO2)	0	0	0	2(PTS)1(PI)	5
Setembro	0	0	0	0	1(PTS)	0	0	0	0	0	0	1(PTS)1(PI)	3
Outubro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Novembro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dezembro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ano2009	0	0	0	0	1	1	1	6	0	0	0	13	22

A maioria das violações (72,7%) ocorreu nos meses de junho e agosto, quando as condições de dispersão dos poluentes são mais desfavoráveis e coincidiram com a diminuição de dias das chuvas.

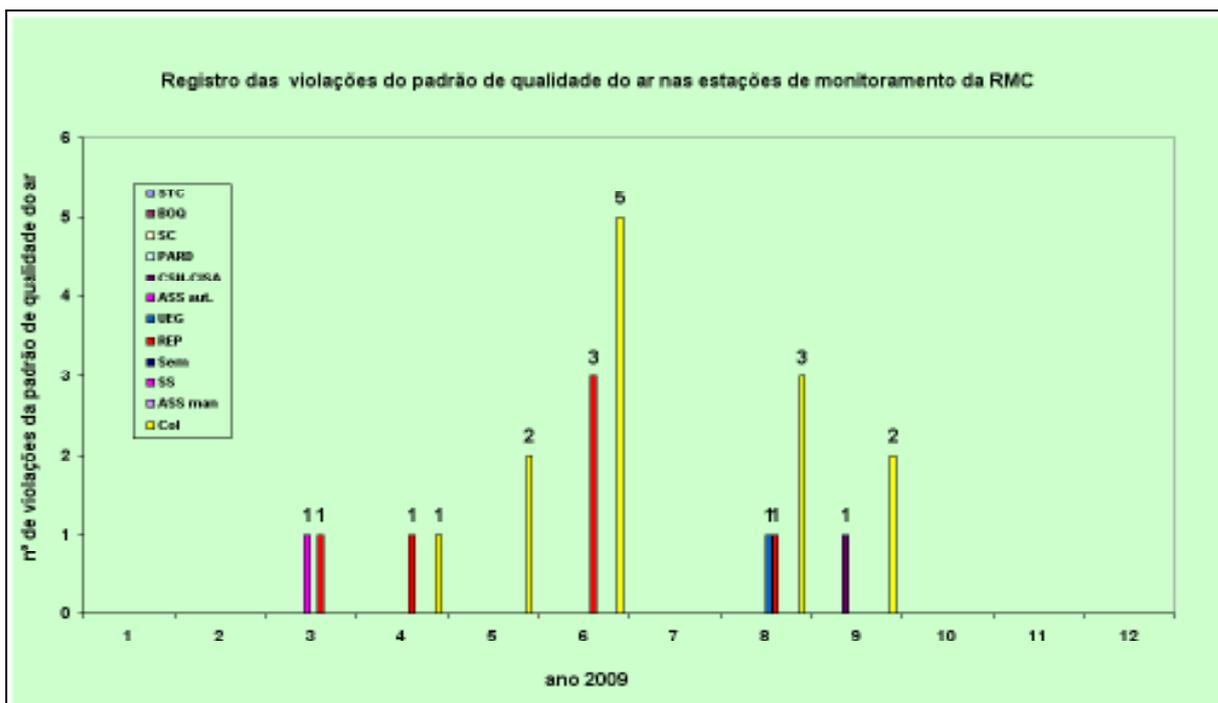


Gráfico 14: Dias com o ar classificado como de qualidade Inadequada em2009.

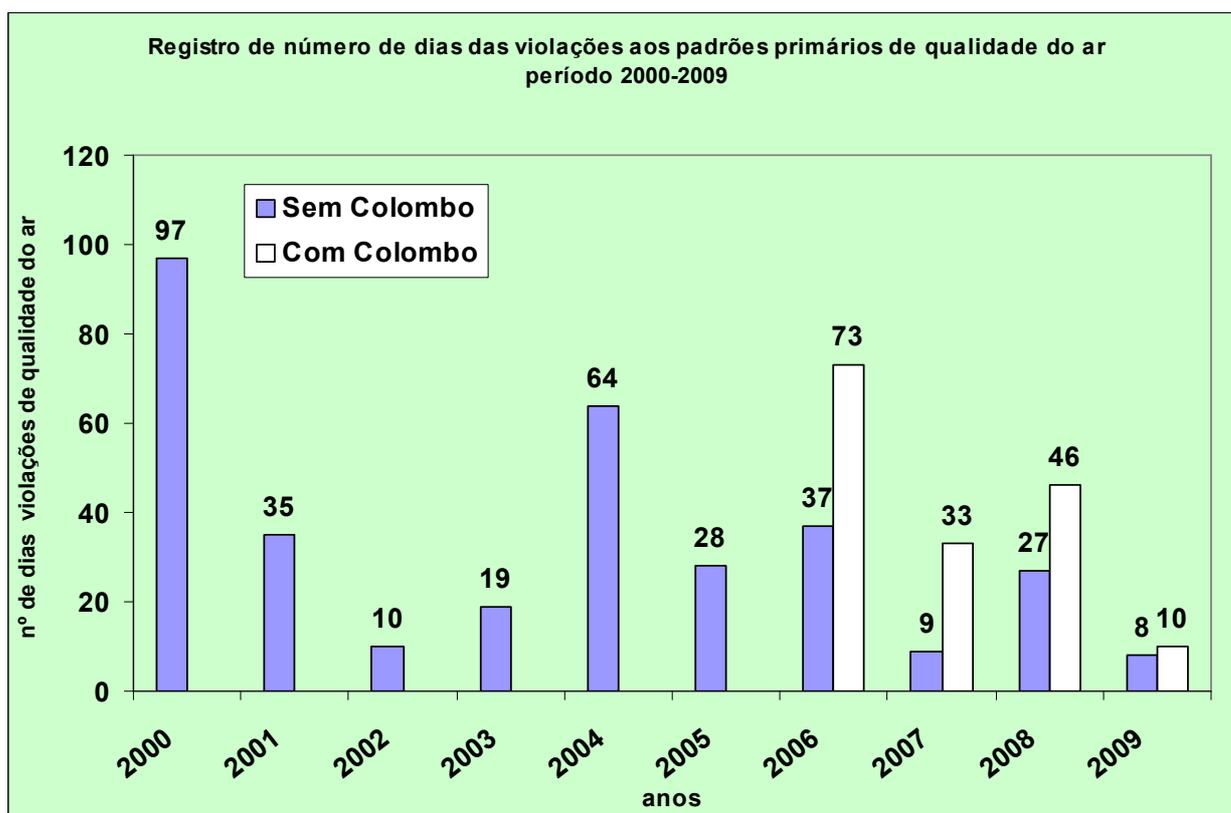


Gráfico 15: Registro do número de dias das Violações do Padrão Diário no período de 2000 à 2009.

Apresentamos no Gráfico 15 os dados obtidos na Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar na Região Metropolitana no período de 2000 à 2009, verificamos que o número de dias das violações aos padrões de qualidade do ar diminuiu no decorrer dos anos

,mas é importante ressaltar que o número de estações e parâmetros monitorados em cada uma delas variou neste período.Cuidado especial devemos ter a parti de 2006 quando a estação Colombo foi incluída na rede ,pois a mesma apresenta número de dias de violações muito superior às demais.

Em 2009 as 22 violações observadas ocorrem em 18 dias diferentes.Na Estação Colombo foram registradas 13 violações ocorridas em 10 dias (parâmetros PTS e PI) Em 08 dias as violações ocorreram nas Estações em Araucária.

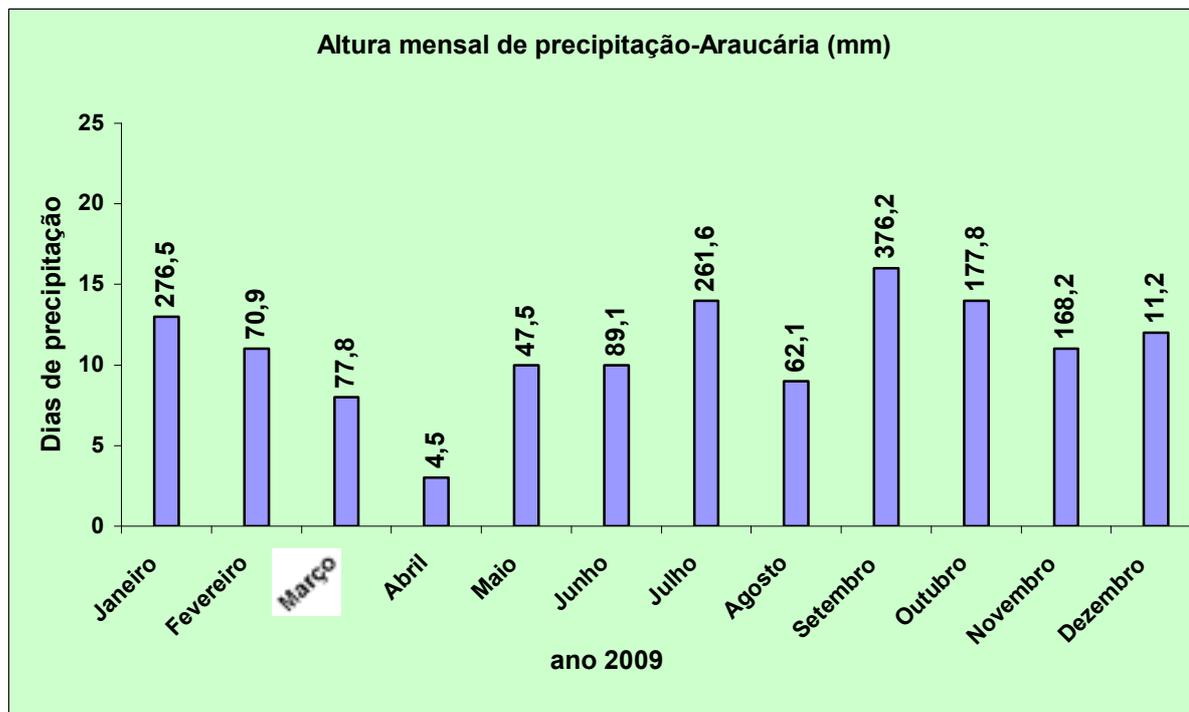


Gráfico 16: Registro de dias e altura de precipitação (mm) no decorrer de 2009.

Podemos observar no **Gráfico 16**, o número de dias e a quantidade de precipitação que ocorreu no decorrer do ano de 2009,os meses que obtiveram maior registros de precipitação e de dias de precipitação foram em janeiro com 276,5(mm)-13dias,julho com 261,6(mm)14dias e setembro com 376,2(mm) –16dias. E o mês em que obtivemos o menor registro foi em abril com 4,5(mm)-3 dias. No período de inverno, época de maior preocupação pela dificuldade da dispersão dos poluentes podemos observar que foi um período chuvoso ,o que pode ter contribuído na diminuição das violações principalmente no mês de julho que não foi registrada nenhuma violação.

4 CONCLUSÃO

Em 2009, a Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar da Região Metropolitana de Curitiba,contou com 12 de suas 13 estações (sete estações automáticas e cinco manuais). As estações CIC e Boqueirão tiveram a operação interrompida em junho de 2006 e outubro de 2007,respectivamente em função de ações de vandalismo. A Estação Boqueirão teve seu início da operação em agosto de 2009.A previsão de retomada da operação para a estação CIC é para o início do segundo semestre de 2010. Na Tabela 16 podemos observar quais as Estações e parâmetros que foram monitorados em 2009.

Tabela 16: Estações e Parâmetros Monitorados em 2009

MUNICÍPIO	ESTAÇÃO	PTS	FUMAÇA	PI	SO2	CO	O3	NO2	TOTAL
CURITIBA	STA CANDIDA	-	-	-	S	-	S	S	3
	BOQUEIRÃO	S	-	S	S	S	S	-	5
	STA CASA	S	S	-	S	-	-	-	3
	PARDINHO	S	-	S	S	-	S	S	5
ARAUCÁRIA	CSN-CISA	S	-	S	S	-	S	S	5
	ASSIS Aut.	S	-	-	S	-	S	S	4
	UEG	-	-	S	S	S	S	S	5
	REPAR	S	-	S	S	S	S	S	6
	SEMINÁRIO	-	S	-	S	-	-	-	2
	S.SEBASTIÃO	-	S	-	S	-	-	-	2
	ASSIS Manual	-	S	-	S	-	-	-	2
COLOMBO	COLOMBO	S	-	S	-	-	-	2	
TOTALGERAL		7	4	6	11	3	7	6	44

De maneira geral podemos concluir que a qualidade do ar na Região Metropolitana, principalmente nos Municípios de Curitiba e Araucária é BOA na maior parte do tempo para todos os parâmetros monitorados. Em alguns momentos passa a REGULAR e em situações pontuais apresenta violações aos limites estabelecidos.

No caso específico de Colombo, esta estação foi instalada em 2006, após estudo preliminar que confirmou denúncias feitas ao IAP da poluição por materiais particulados provenientes das indústrias de cal e calcário instaladas na região. Após várias ações de controle realizadas nos empreendimentos locais, inclusive com interdições temporária das atividades de algumas empresas, a situação ainda exige monitoramento e atenção especiais.

Em Colombo para o parâmetro PTS a qualidade do ar esteve abaixo dos índices diários aceitáveis em 2,97% dos monitorados (10-327 dias). O padrão primário para a média anual de $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ estabelecidos na Resolução do CONAMA 03/90 não foi ultrapassado, apresentando concentração de $65,1\mu\text{g}/\text{m}^3$. Na mesma estação o parâmetro PI- Partículas Inaláveis, mais representativo para a correlação entre poluição por material particulado e doenças respiratórias porque abrange apenas partículas de diâmetro menor e que podem chegar ao pulmão, registramos 10,6% dos dias com qualidade inferior ao padrão primário para médias diárias (3- 281 dias monitorados). Para este parâmetro a média anual de qualidade ($38,0\mu\text{g}/\text{m}^3$) não ultrapassou padrão primário de $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ estabelecidos na Resolução do CONAMA 03/90.

As Tabelas 14 e 15 apresentadas anteriormente, mostram a quantidade de violações aos padrões primários registradas em 2009 as estações onde foram verificadas, os parâmetros ultrapassados e sua distribuição ao longo do ano.

Apresentamos no Gráfico 17 a variação do número de violações aos padrões primários nos últimos dez anos. Verificamos que o número de violações aos padrões de qualidade do ar diminuiu no decorrer dos anos, mas é importante ressaltar que o número de estações e parâmetros monitorados em cada uma delas variou neste período. Cuidado especial devemos ter, a partir de 2006 quando a estação Colombo foi incluída na rede, pois a mesma apresenta número de violações muito superior às demais. Com 59% do total de violações observadas em 2009, em toda a rede.

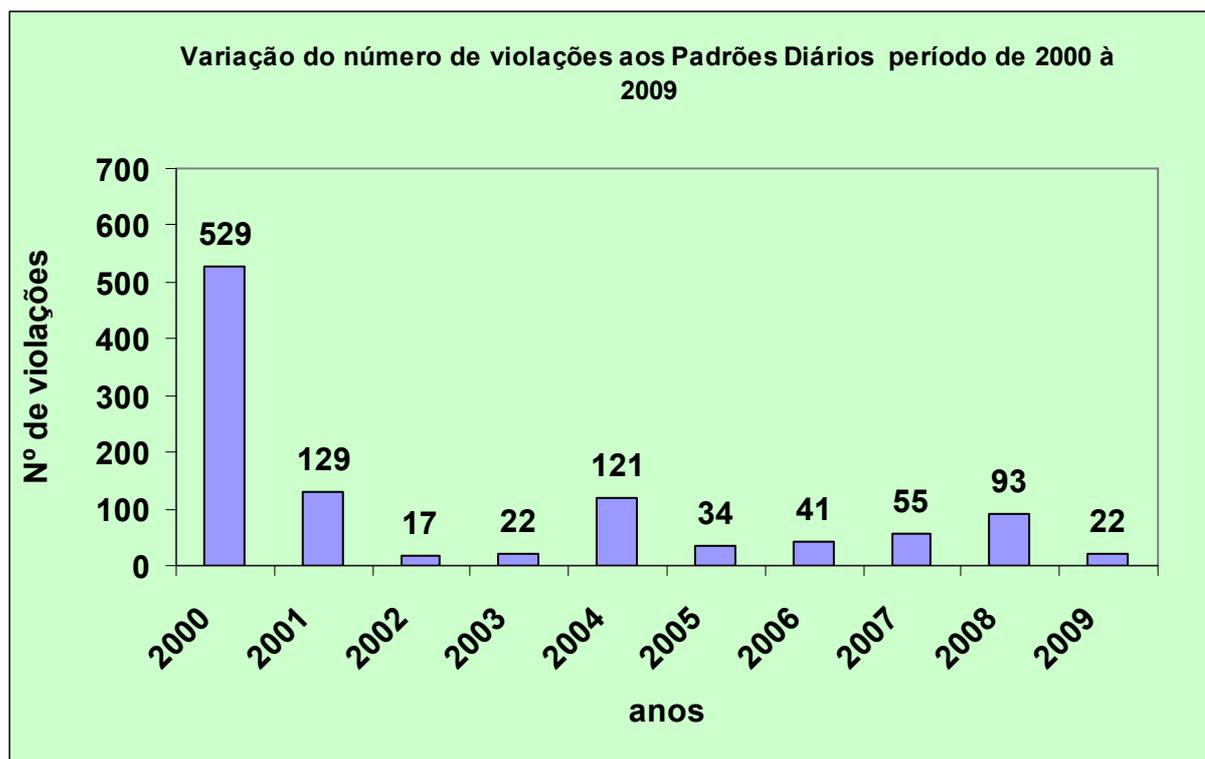


Gráfico 17: Registro do numero de violações aos Padrões Diários de 2000-2009

Como tem sido normal em todo o período de monitoramento, em 2009 a maior incidência de violações ocorreu nos meses de junho e agosto, quando as condições de dispersão são desfavoráveis e costumam coincidir com redução de chuvas.

4.1 SITUAÇÃO ATUAL DA QUALIDADE DO AR NA RMC

Resumidamente, por poluente, apresentamos a seguir a situação da qualidade do ar de acordo com os dados do monitoramento realizado.

4.1.1 Partículas Totais em Suspensão -PTS:

Em Araucária este parâmetro foi monitorado em três estações. Comparando-se com o ano anterior, houve uma diminuição no número de violações, passando de sete em 2008 (classificação INADEQUADA na estação CSN-CISA) para uma (classificação INADEQUADA na estação CSN-CISA) em 2009. As médias anuais atenderam ao padrão primário anual de $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ estabelecidos na Resolução do CONAMA 03/90.

Em Curitiba não foi observada nenhuma violação do parâmetro PTS nas três estações monitoradas. As médias anuais atenderam ao padrão primário.

Em Colombo foram observadas dez ultrapassagens do padrão primário na categoria INADEQUADA. A média anual de passou de $96,0\mu\text{g}/\text{m}^3$ em 2008 para $38,0\mu\text{g}/\text{m}^3$ em 2009 atendendo ao padrão anual de $80\mu\text{g}/\text{m}^3$. A média anual é um indicador mais importante para a proteção da saúde da população, pois considera os efeitos acumulativos e geralmente não reversíveis, enquanto o padrão diário visa mais o incômodo causado pelas partículas em suspensão.

4.1.2 Fumaça:

Este parâmetro foi monitorado em 4 estações (3 em Araucária e 1 em Curitiba) Este poluente é na grande maioria das vezes de categoria BOA. De 2008 para 2009 houve diminuição nas médias anuais em todas as estações e não foi registrada nenhuma violação ao padrão primário anual de $60\mu\text{g}/\text{m}^3$ estabelecido na Resolução do CONAMA 03/90.

4.1.3 Partículas Inaláveis - PI:

Com medições em seis estações as informações sobre este poluente ainda são reduzidas. Em Curitiba não foram observadas violações do padrão diário sendo obtidas classificações de qualidade somente nas categorias BOA e REGULAR. Em Colombo foram observadas três ultrapassagens do parâmetro PI sendo as três enquadradas na categoria INADEQUADA. A média anual registrada nesta estação foi de $38,0\mu\text{g}/\text{m}^3$ o que atende ao padrão anual de $50\mu\text{g}/\text{m}^3$. O padrão anual é um indicador mais importante para a proteção da saúde da população do que o padrão diário porque ele considera os efeitos acumulativos e geralmente não reversíveis enquanto o padrão diário visa mais o incômodo causado pelas partículas inaláveis.

4.1.4 Dióxido de Enxofre - SO₂:

O Dióxido de Enxofre é a substância com o maior número de pontos de monitoramento na RMC. O SO₂ foi monitorado nas onze localidades em operação durante o ano de 2009. Em Curitiba todos os registros foram enquadrados na categoria BOA. Em Araucária foram observados 02 registros na categoria INADEQUADA na Estação REPAR. A média anual registrada nesta estação foi de $14,7\mu\text{g}/\text{m}^3$ o que atende ao padrão anual de $80\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.1.5 Monóxido de Carbono - CO:

Neste ano de 2009 foram monitorados em três pontos, sendo dois em Araucária, nas Estações UEG e REPAR, 100 % das medidas (8 horas) foram enquadradas na categoria BOA. Em Curitiba foi monitorado um ponto na Estação do Boqueirão que também obteve 100 % das medidas (8 horas) foram enquadradas na categoria BOA. O padrão de 8 horas não foi violado nem em Curitiba nem em Araucária.

4.1.6 Ozônio - O₃:

Para este parâmetro, em 2009, foram monitorados sete pontos sendo quatro em Araucária e três em Curitiba. Obtivemos um menor número de violações (01) que no ano anterior (04) 2008. Em Araucária foi registrada 01 violação na Estação Assis, com 99,33% das médias enquadraram-se na categoria BOA, 0,66% REGULAR e 0,01 % na categoria INADEQUADA. Em Curitiba não foi registrada nenhuma violação.

As concentrações altas de O₃ são causadas pela radiação solar que transforma os precursores, que são hidrocarbonetos e NO_x (NO_x=NO+NO₂), em O₃. Hidrocarbonetos são emitidos por veículos automotores através do cano de escape, como produto de combustão incompleta, ou através de perdas por evaporação. O abastecimento com combustível no posto

também libera hidrocarbonetos para a atmosfera. Os processos de queima na indústria geralmente emitem poucos hidrocarbonetos. Uma quantidade maior de hidrocarbonetos pode ser emitida por indústrias químicas ou indústrias de tratamento de superfícies, como por exemplo, à pintura.

NO_x é uma substância, na prática, gerada apenas nos processos de combustão. A combustão interna dos automotores, tanto motores Diesel como motores de ciclo Otto, geram grandes quantidades de NO_x porque a queima acontece com temperaturas muito elevadas, a qual favorece a formação deste poluente. Se o veículo não possui um catalisador, todo poluente gerado na combustão vai para a atmosfera. Os processos de queima nas indústrias também emitem NO_x, só que lá não operam motores, senão fornalhas, que queimam gás, lenha, óleo, etc. As temperaturas de queima nestas fornalhas não são tão altas como nos motores e por isto os processos industriais geram concentrações de NO_x mais baixas do que os motores.

Outra diferença importante entre automóveis e indústrias é o fato de que a maior parte das indústrias da RMC está localizada a oeste do centro de Curitiba. Como a predominância dos ventos é de leste, na maioria das vezes as emissões industriais estão sendo levadas para fora (a jusante) de Curitiba. As concentrações altas de O₃, tanto no oeste como no leste de Curitiba, não são explicadas pelas atividades industriais, mas principalmente pelas emissões do tráfego de veículos. A implantação da inspeção veicular, que se encontra em discussão no Paraná, ajudará no controle das emissões veiculares. Esta importante ferramenta para o controle da poluição atmosférica não deve ficar esquecida.

4.1.7 Dióxido de Nitrogênio - NO₂:

Em 2009 foram registradas 05 violações do parâmetro NO₂, número este menor que os 09 casos observados em 2008. Em Araucária foram observados 97,4% das medições foram classificadas como BOA, 2,6% na classificação REGULAR e 0,02% na categoria INADEQUADA. As 05 violações observadas em Araucária ocorreram nas Estações UEG (01), REPAR (04). Em Curitiba não houve violação deste poluente, foram observados 99,4% das medições na classificação BOA, 0,6% na classificação REGULAR.

4.2 A GESTÃO DE QUALIDADE DO AR

O monitoramento é um elemento central da gestão de qualidade do ar, porém passivo. Para melhorar a qualidade do ar é necessária, também, a utilização de elementos ativos, que são:

1. levantamento das fontes emissoras;
2. controle das fontes móveis;
3. controle das fontes fixas;
4. planejamento de metas e medidas.

1: Levantamento das fontes emissoras:

O levantamento 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?

As fontes de emissões atmosféricas são o tráfego 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 n° 054/06 da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

2: Controle das fontes móveis:

Já contamos no Brasil, há algum tempo, com os 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. Um **Plano de Controle da Poluição por Veículos em Uso** para o Paraná, previsto na legislação nacional, foi elaborado por uma equipe composta por técnicos do IAP, LACTEC e TECPAR e servirá de base para a implantação do **Programa de Inspeção e Manutenção de Emissões e Ruídos de Veículos em Uso, que se encontra em avaliação.**

O Relatório de Inspeção Veicular no Estado do Rio de Janeiro, pioneiro no Brasil desde 1998, revela que na faixa dos veículos mais antigos, 70 % foram reprovados e, dos mais modernos, cerca de 10 % [FEEMA, DETRAN-RJ 2001], evidenciando as melhorias tecnológicas na construção de motores e estimulando a renovação da frota. O Relatório mostra também a falta de manutenção dos veículos, por parte dos usuários, mesmo com as melhorias introduzidas nos motores. É, portanto, uma questão também de educação ambiental para que o cidadão cumpra a sua parte, pois ele é, certamente, o mais afetado pela poluição e o mais interessado no controle da poluição veicular.

3: Controle das fontes fixas:

As fontes industriais devem também 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, informa sobre o desempenho e a eficiência dos processos.

O auto-monitoramento das emissões atmosféricas passou a ser obrigatório no Paraná, a partir da publicação da Lei Estadual 13.806/02 e está regulamentado pela Resolução SEMA n° 054/06. As atividades potencialmente poluidoras terão que atender aos padrões estaduais de emissão até 2007 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 de poluição, que alimentará o inventário estadual, instrumento indispensável à gestão da qualidade do ar.

O Paraná é o único Estado brasileiro a contar com uma legislação completa para gestão da qualidade do ar, inclusive com padrões de emissão para fontes fixas de emissão atmosférica. Esse trabalho pioneiro contribuiu para a Resolução 382 do CONAMA de dezembro de 2006.

4: Planejamento de metas e medidas:

O Relatório Anual de Qualidade do Ar é um instrumento onde metas e medidas para melhorar a qualidade do ar são apresentadas e avaliadas. O trabalho de levantamento de fontes iniciado pelo IAP vai contribuir para o planejamento dessas medidas. Uma questão fundamental será como limitar as emissões veiculares. A implantação do **Programa de Inspeção e Manutenção de Emissões e Ruídos de Veículos em Uso** seguramente vai ajudar nesta tarefa. Em paralelo, e de forma geral, será necessário pensar como podemos incentivar as formas menos poluentes de transporte, como por exemplo:

- planejamento urbano com o foco em evitar congestionamentos;

- incentivar o uso do transporte público;
- incentivar o uso de combustíveis limpos (bio-combustíveis e gás)
- incentivar a população a compartilhar o veículo particular com colegas no caminho para o trabalho ou para a escola;
- incentivar o uso da bicicleta;
- incentivar caminhadas a pé.

Especialmente, considerando os últimos dois pontos, vemos que existe um potencial para melhorar.

5 REFERÊNCIAS

COMEC: Página da Internet “O que é a RMC”, março de 2005

DETRAN-PR, COORDENADORIA DE VEÍCULOS; IBGE/IPARDES: ÍNDICE DE MOTORIZAÇÃO NO ESTADO DO PARANÁ - 1998 a 2005

DETRAN-PR, COORDENADORIA DE VEÍCULOS: FROTA DE VEÍCULOS CADASTRADOS NO ESTADO DO PARANÁ, POR TIPO DE COMBUSTÍVEL, NO ANO DE 2005

FEEMA, DETRAN-RJ: Poluição veicular no Estado do Rio de Janeiro, ano 2001

FOLHA DE SÃO PAULO: Crianças perdem capacidade pulmonar; edição 18 de setembro de 2000, página C3.

FOLHA DE SÃO PAULO: Gás agrava doenças respiratórias; edição 01 de abril de 2005, página C1.

GAZETA DO POVO: Artigo do Professor Aurélio Bolsanello: Biodiversidade, questão moral; edição 08 de outubro de 2000, Especial.

GUIMARÃES, Thiago, 2006. Disponível em: www.riosvivos.org.br. Acesso: 14/11/2006

IPARDES: Paraná – Projeções das Populações Municipais por Sexo e Idade 2000 a 2010, 2000.

IPPUC: Curitiba digital - Mapa de Arruamento - 2000 IPPUC - Prefeitura de Curitiba

NOBRE, CARLOS; MARENGO, JOSÉ. O NASCIMENTO DO HOMO PLANETARIS. SÃO PAULO. FOLHA DE SÃO PAULO, 03/02/2007

PAULO ARTAXO: Poluição do ar: Das questões globais ao meio ambiente urbano. 5. Congresso Internacional de Direito Ambiental, de 4 a 7 de junho 2001 – São Paulo, 191-192.

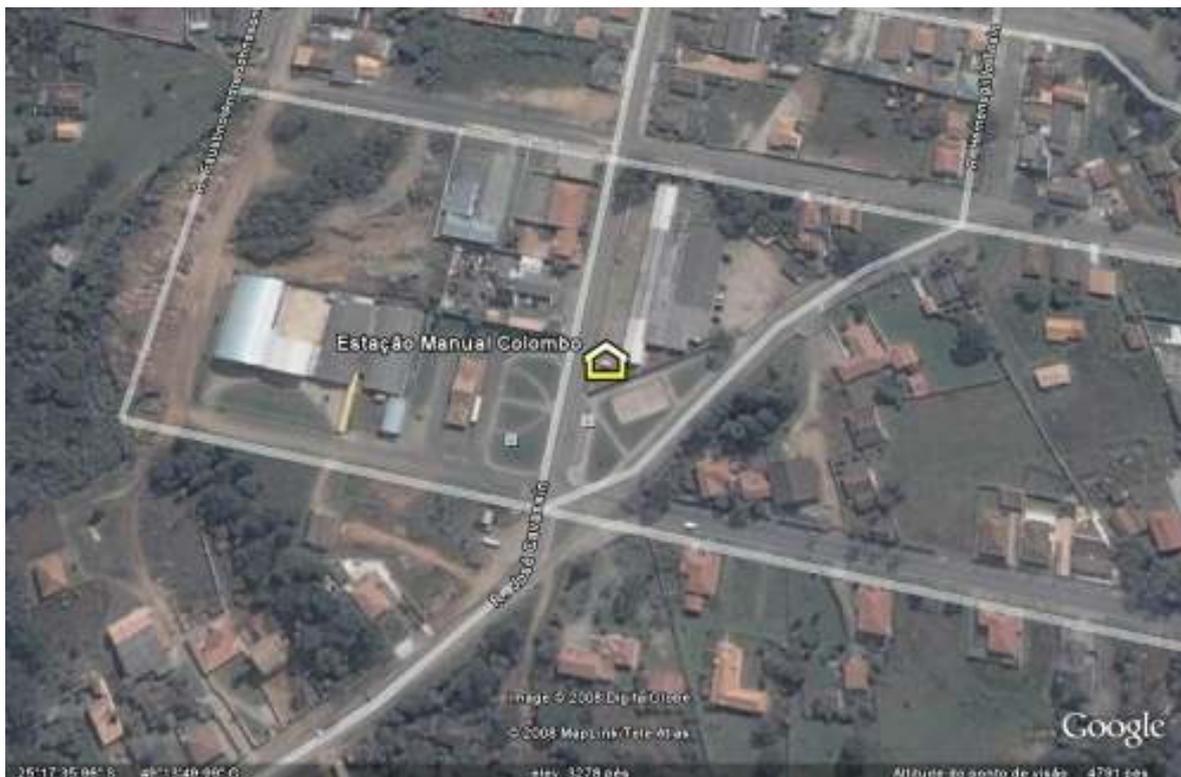
PENNA MLF, DUCHIADE MP: Contaminación del aire y mortalidad infantil for neumonia. Boletín Oficial Sanidad Panamericana 110, 199-206, 1991.

SALDIVA PHN, POPE CA III, SCHWARTZ J, DOCKERY DW, LICHTENFELDS AJ, SALGE JM BARONE Y, BOHM GM: Air pollution and mortality in elderly people: a time series study in São Paulo, Brazil. Archives of Environmental Health 50: 159-164, 1995.

SECRETARIA MUNICIPAL DE URBANISMO DE ARAUCÁRIA: Planta básica de Arruamento, Escala 1/12.500; Base cartográfica – 1998 – Paraná Cidade / COMEC, atualizada em 14/06/2005

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

Anexo 1: Localização das estações de monitoramento



Estação Manual Colombo



Estação Automática Santa Candida



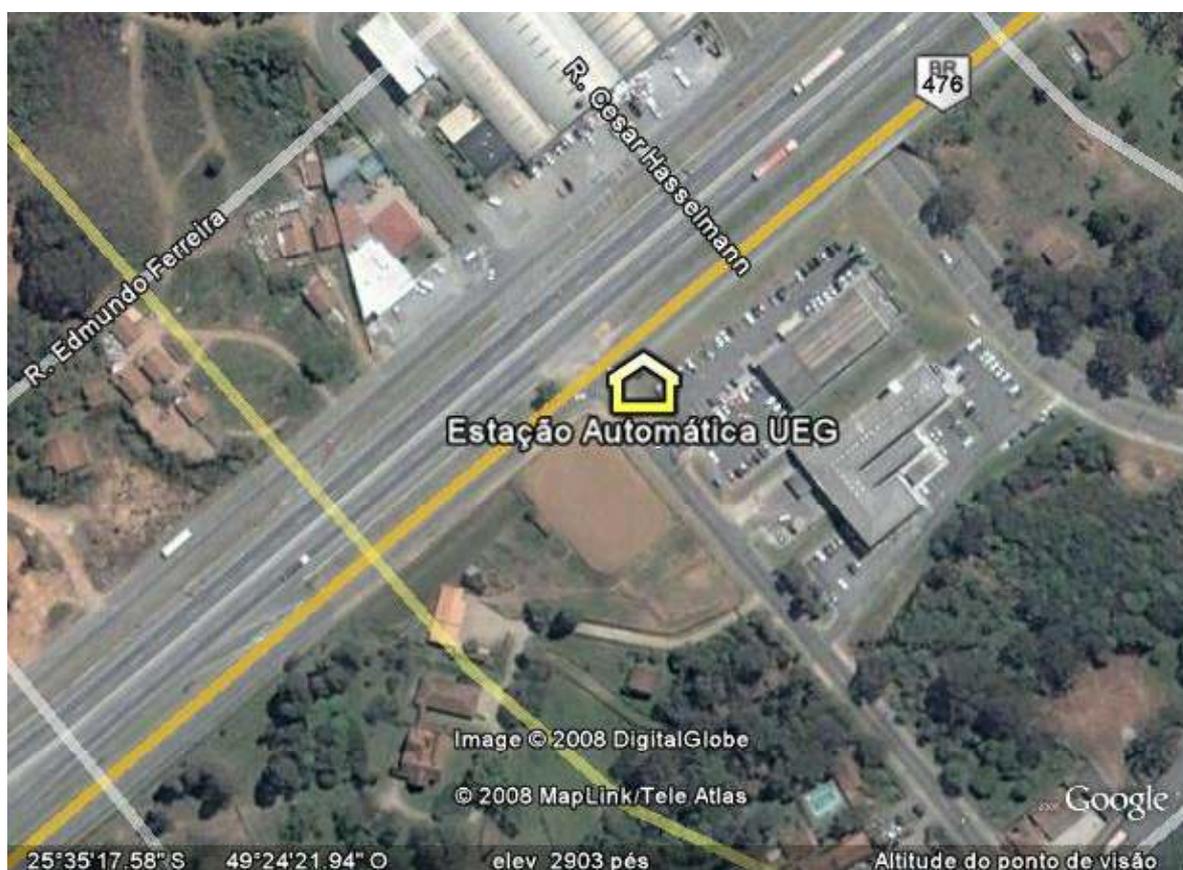
Estação Automática Ouvidor Pardino



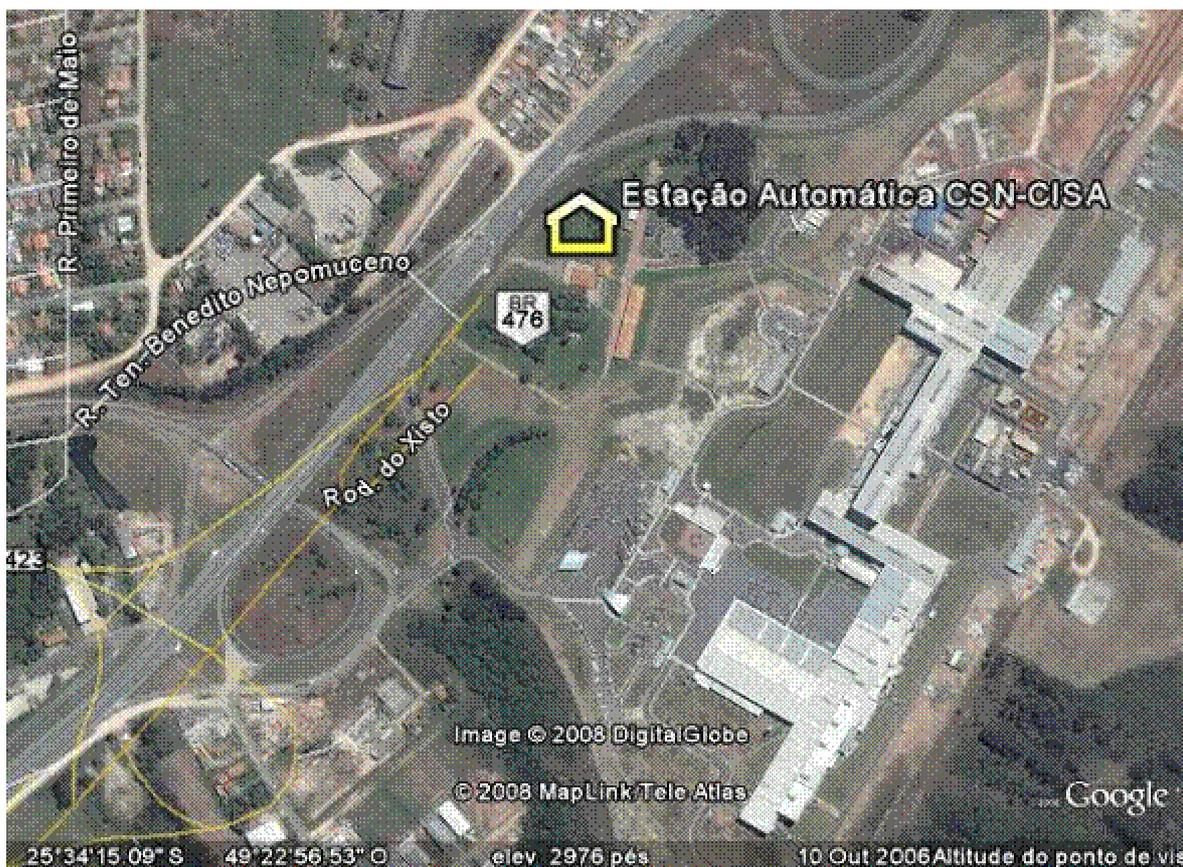
Estação Manual Santa Casa



Estação automática e manual: Araucária Assis



Estação automática: Araucária UEG



Estação automática: Araucária CSN-CISA



Estação automática: Araucária REPAR



Estação manual: Araucária Seminário

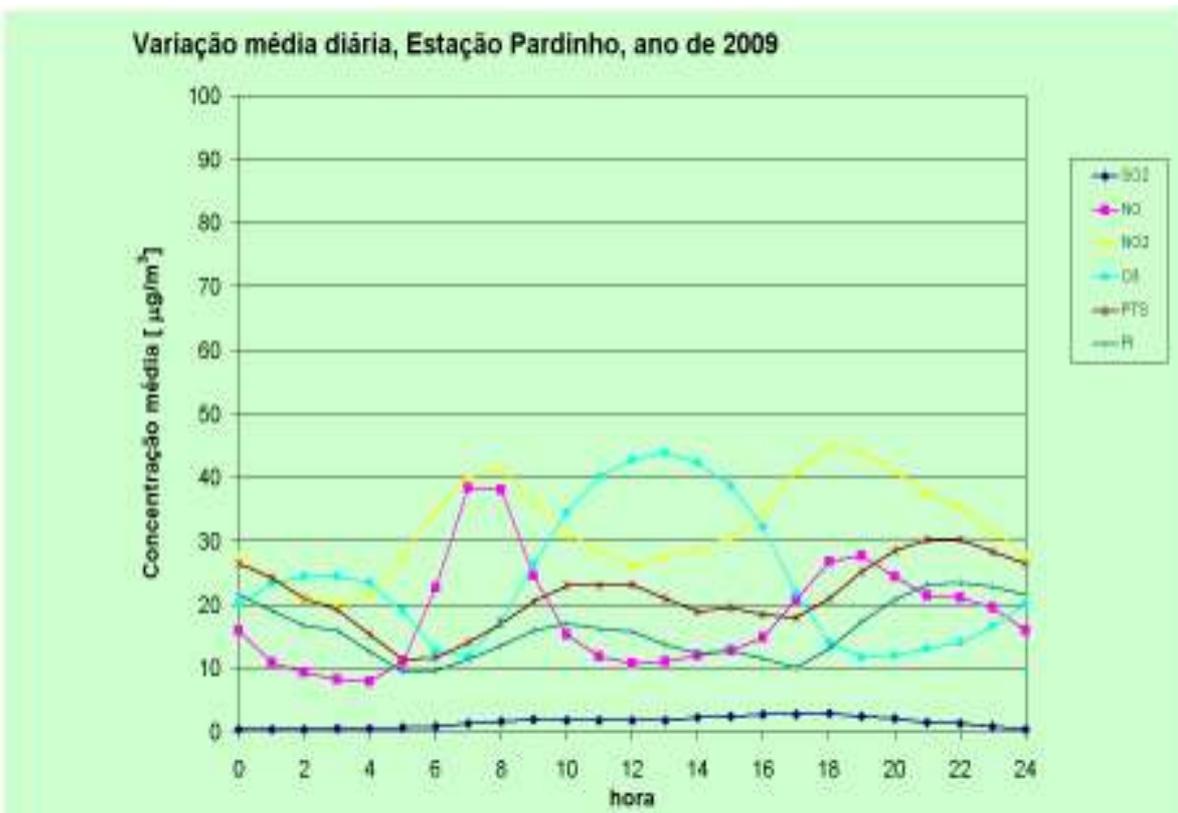
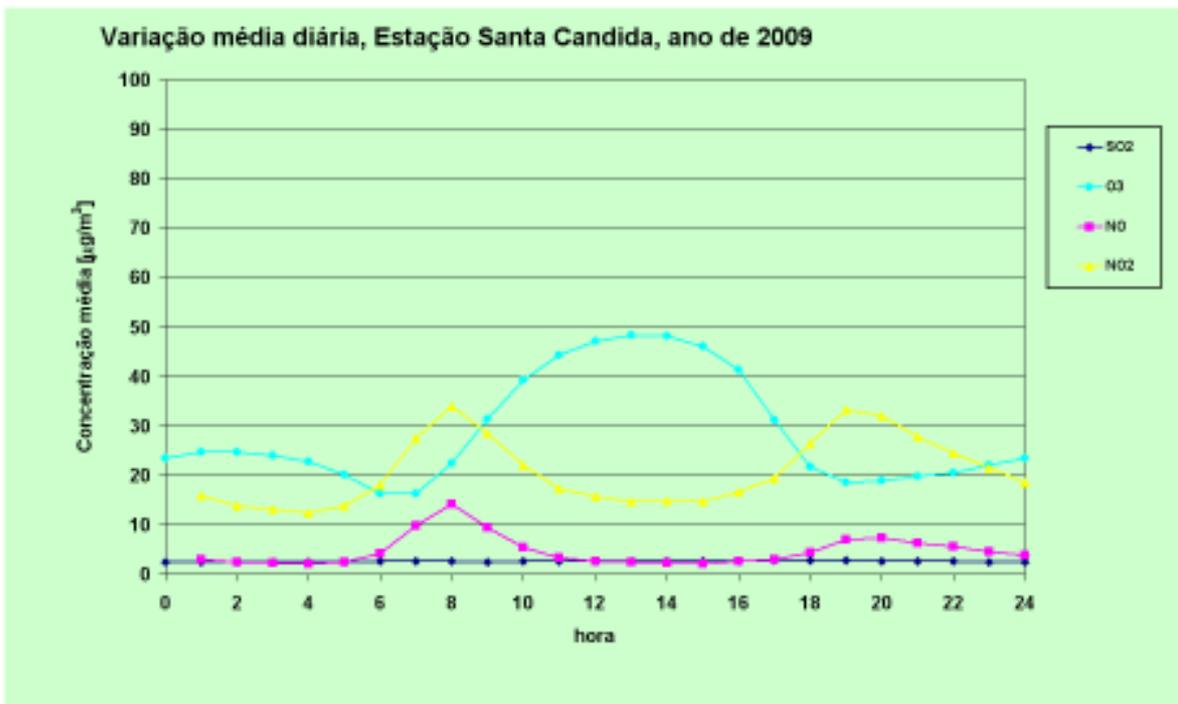


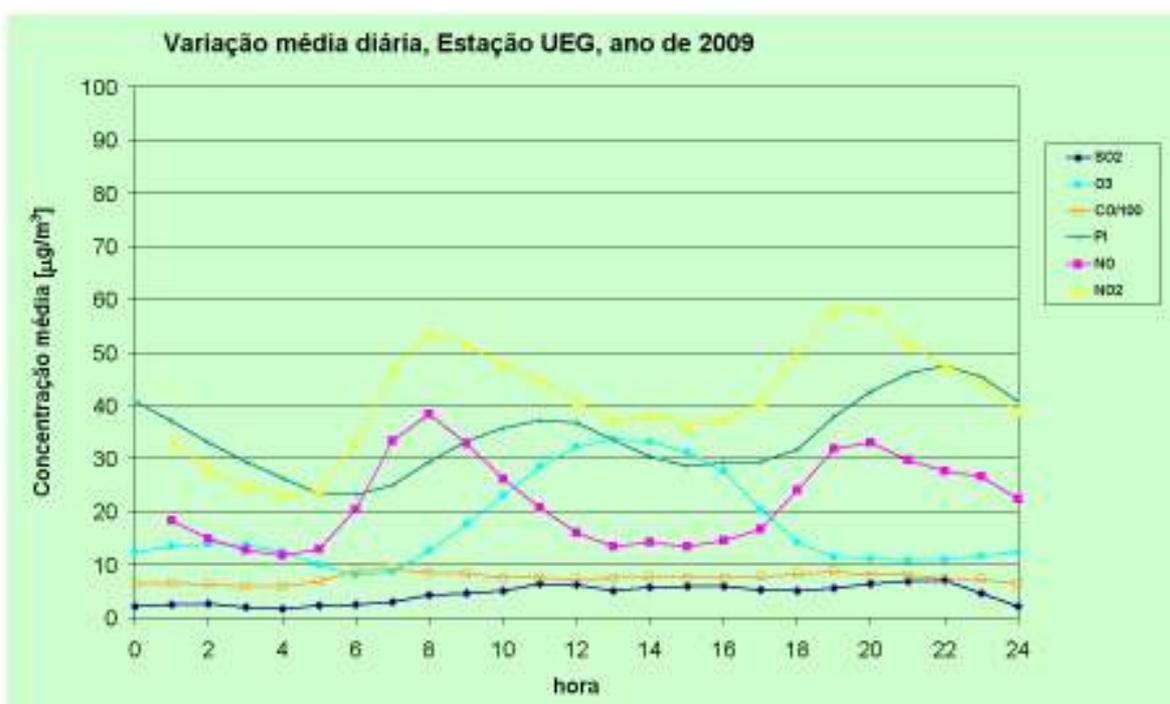
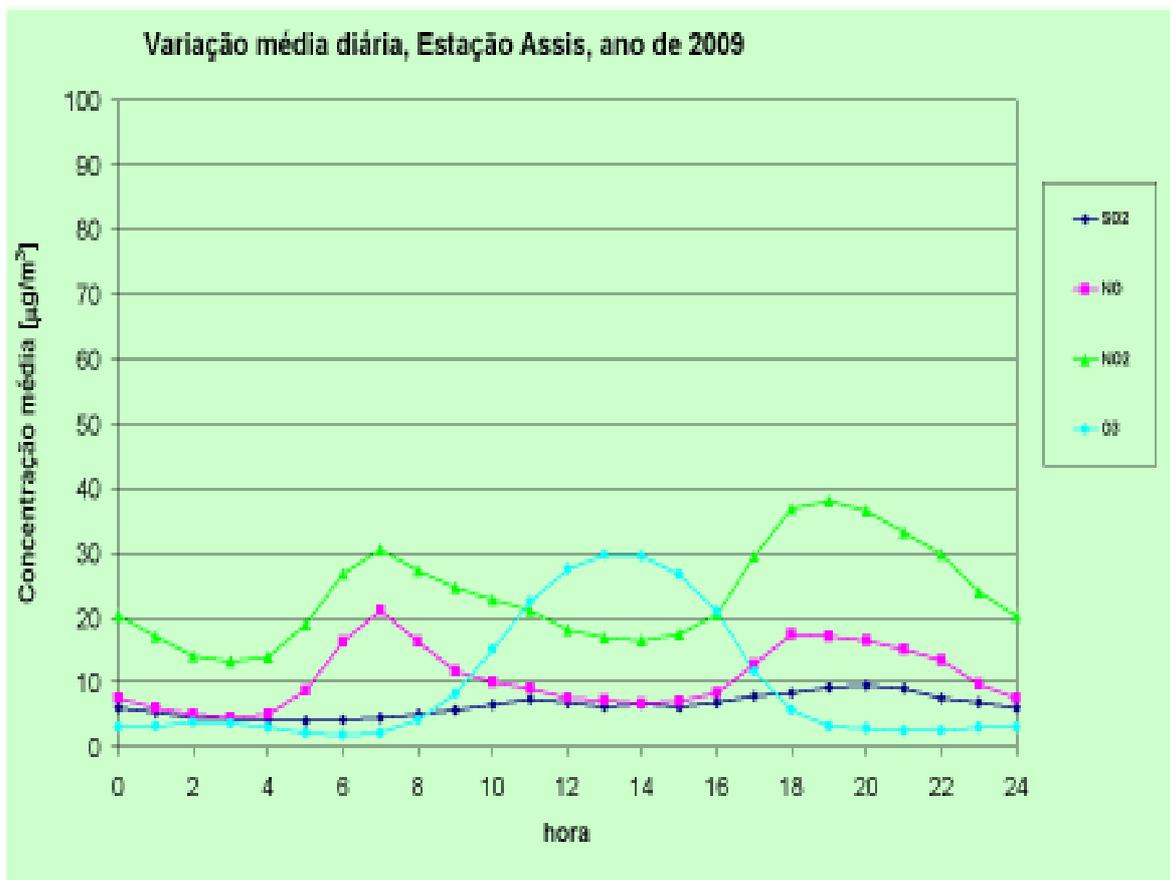
Estação manual: Araucária São Sebastião

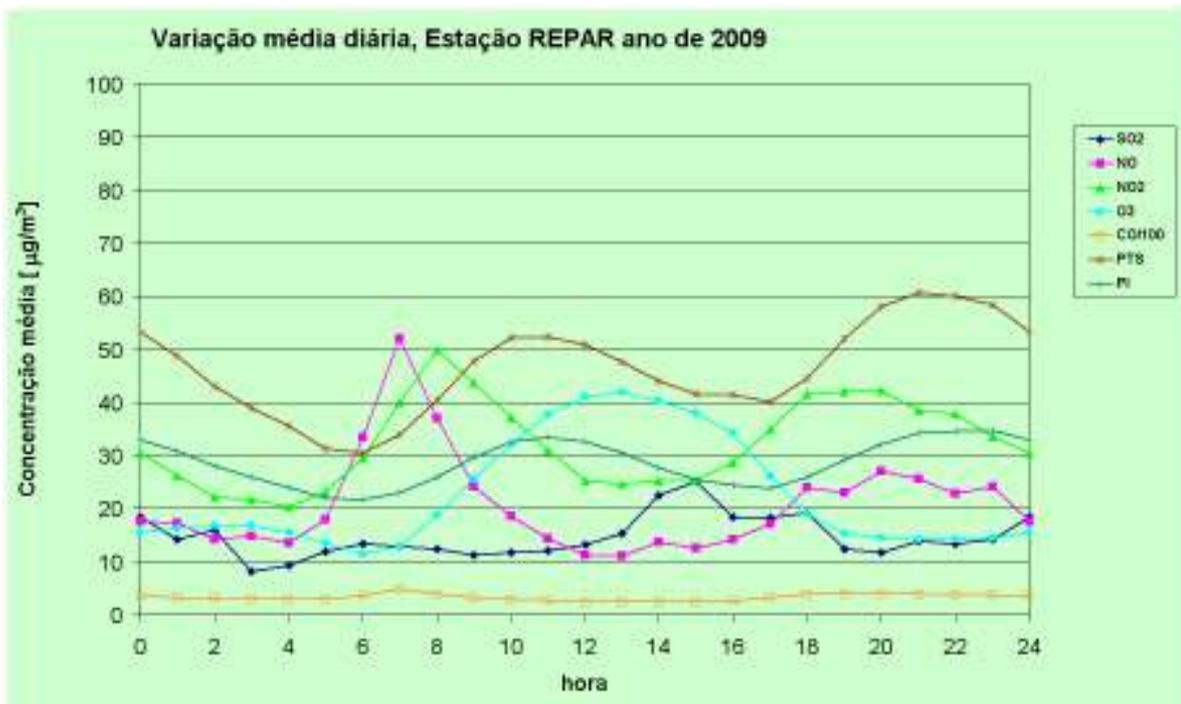
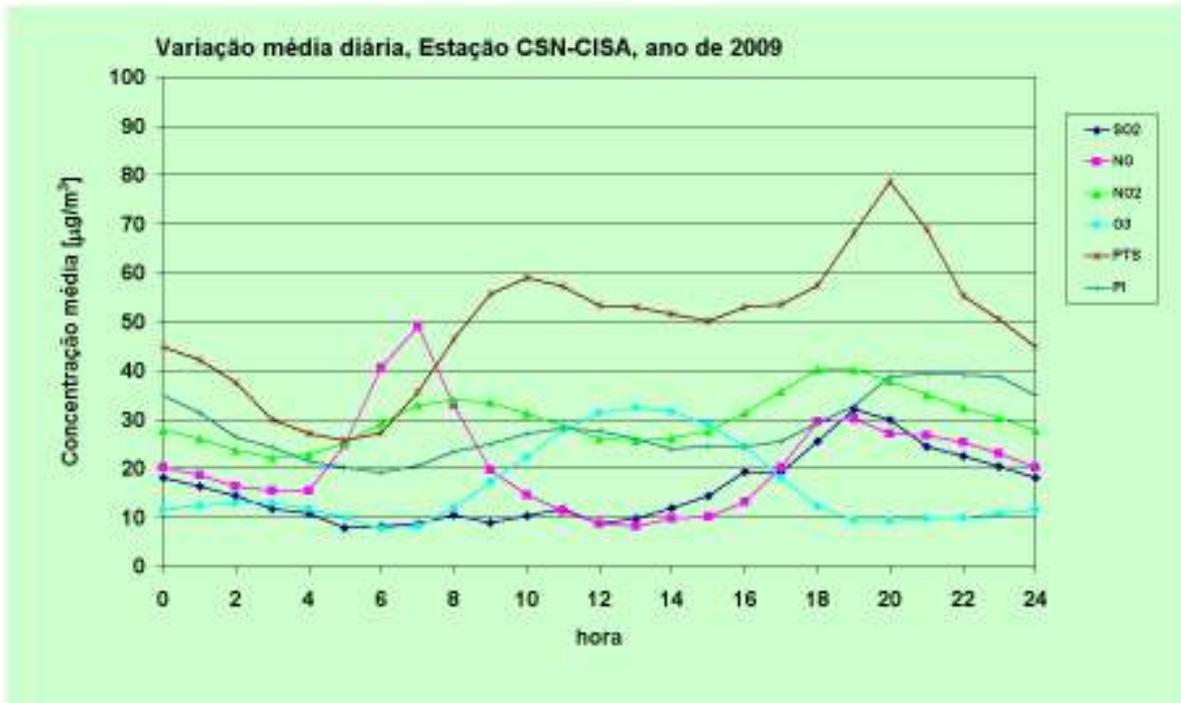


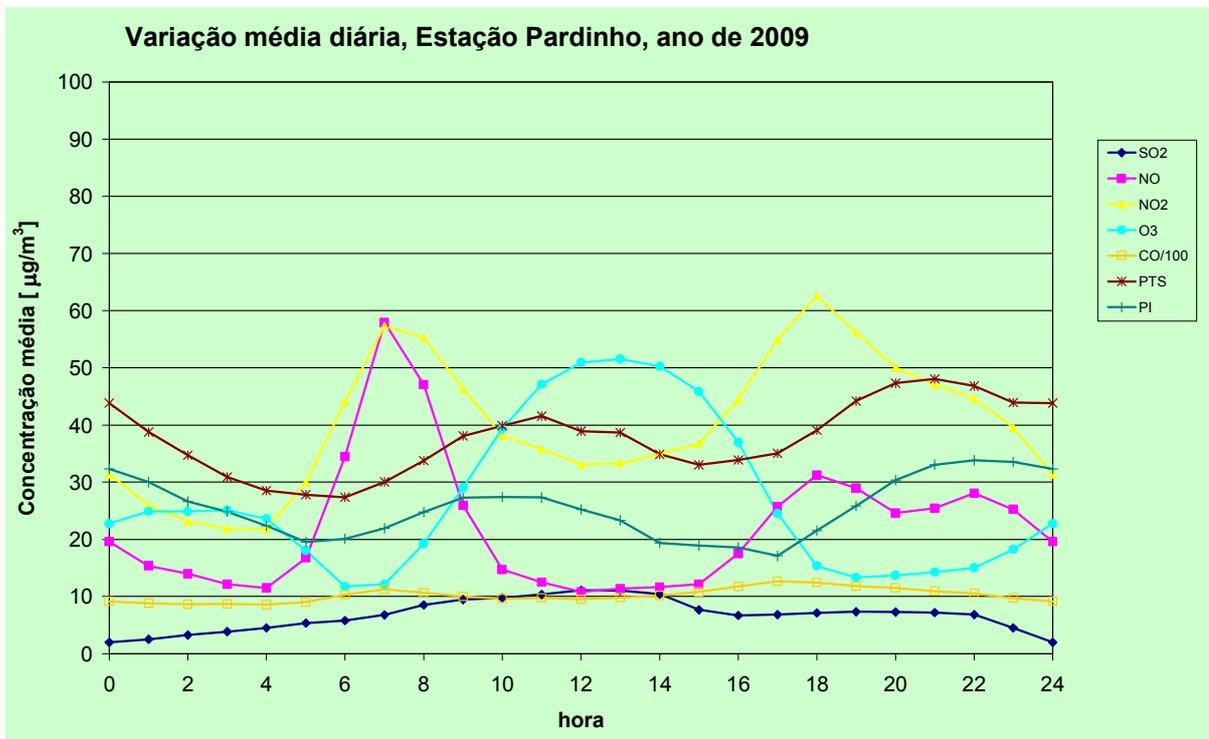
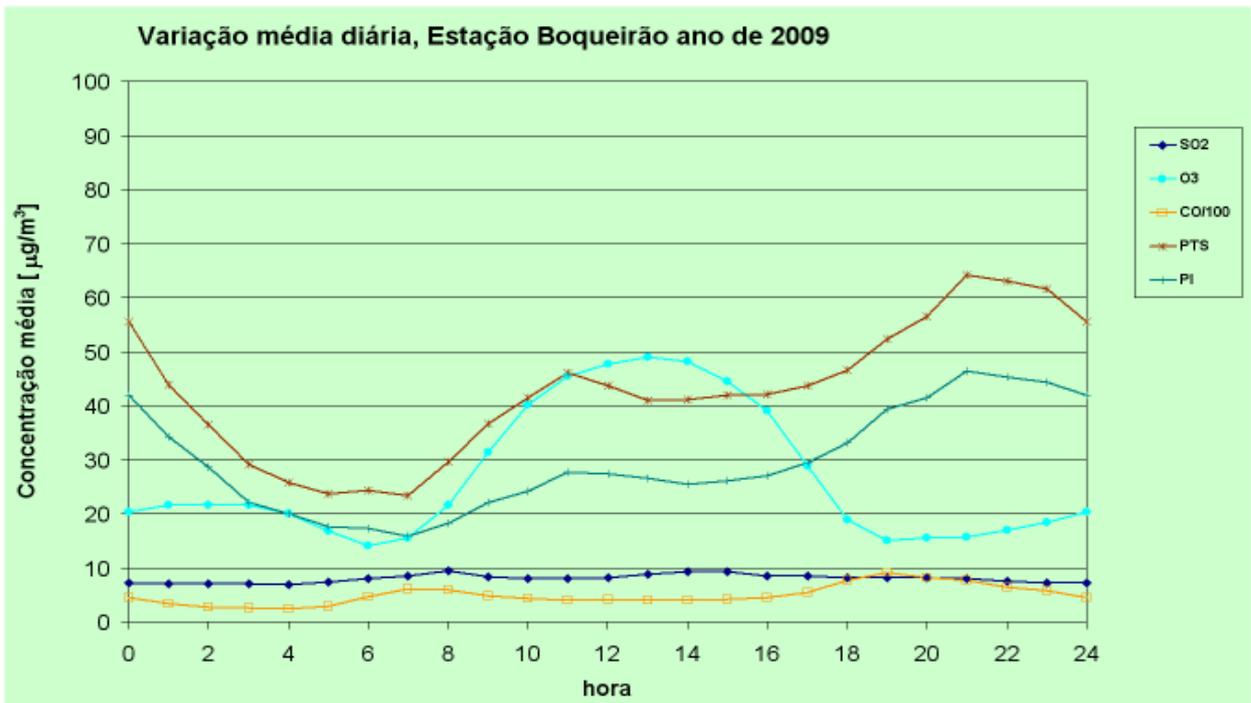
Estação automática Boqueirão

Anexo 2: Variação média diária de SO₂, NO, NO₂, O₃, CO, PI e PTS

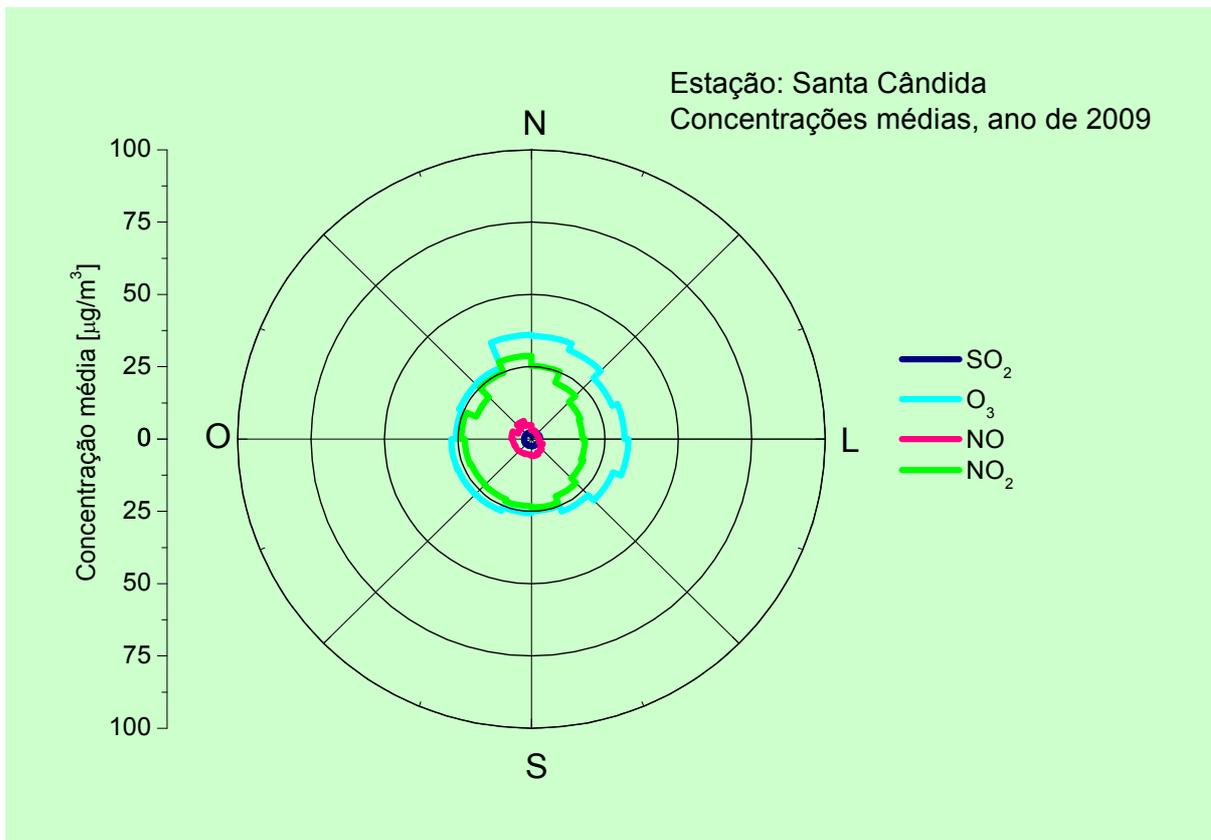




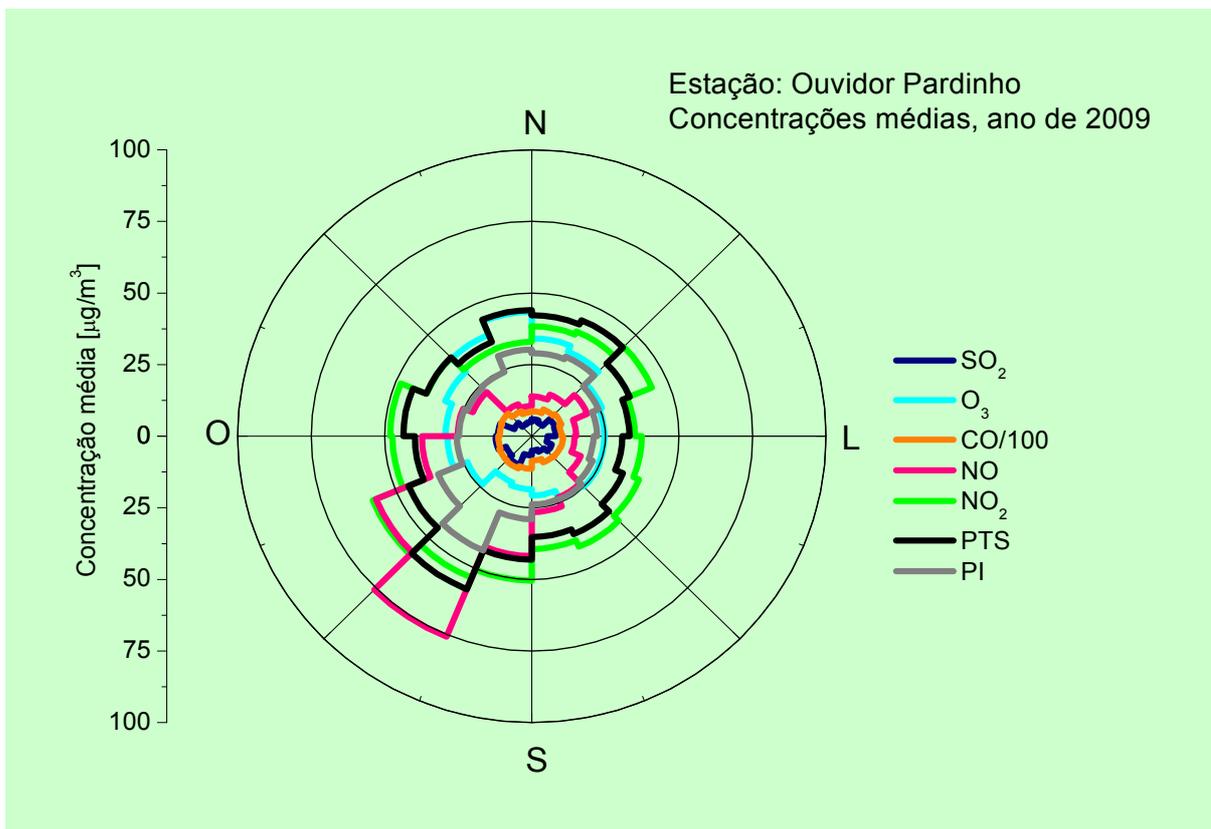




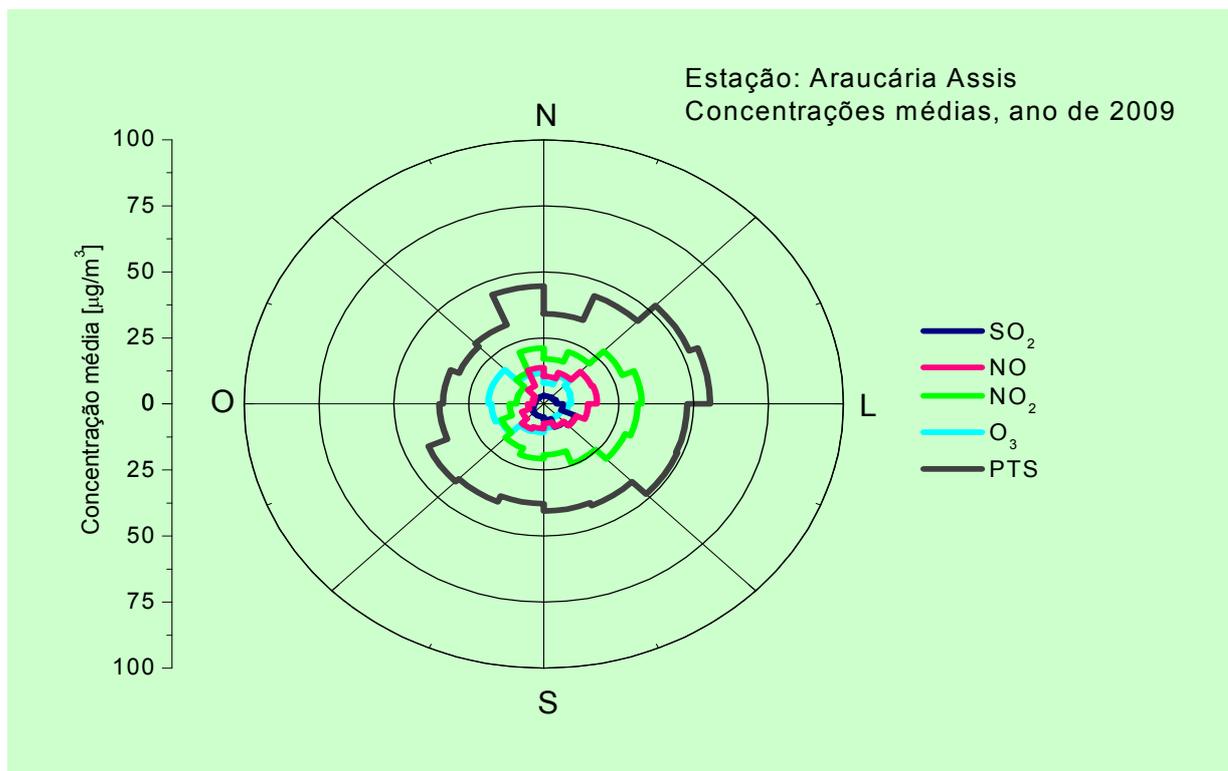
Anexo 3: Concentração média em função da direção do vento



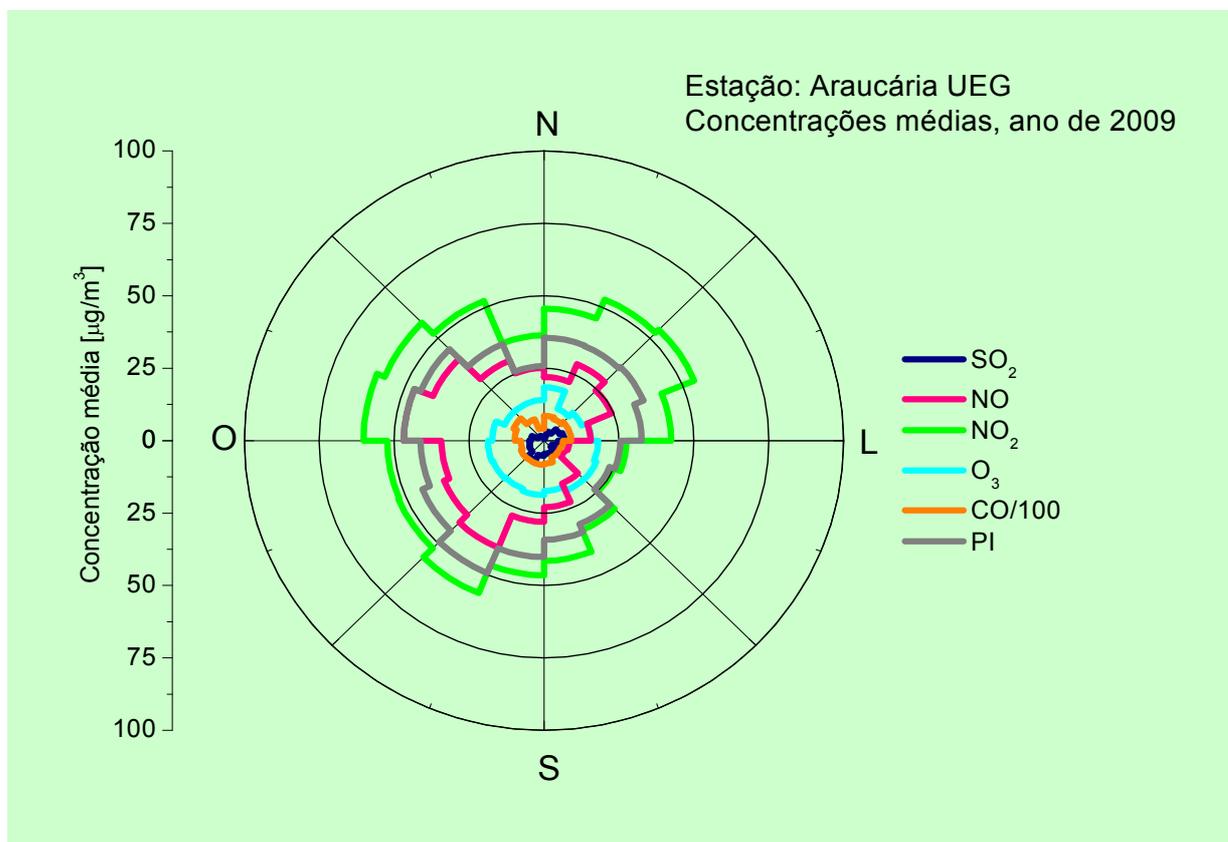
Estação Automática: Curitiba Santa Cândida



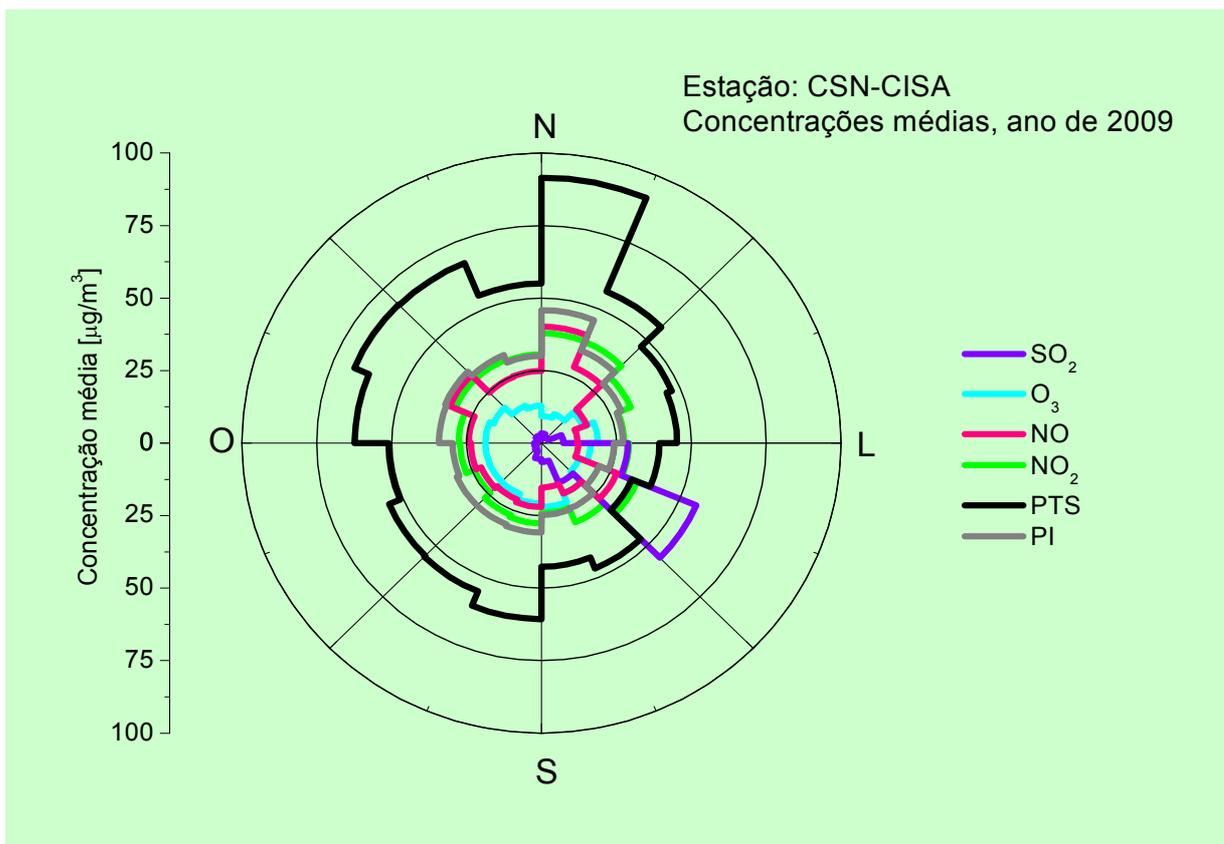
Estação Automática: Curitiba Praça Ouvidor Pardino



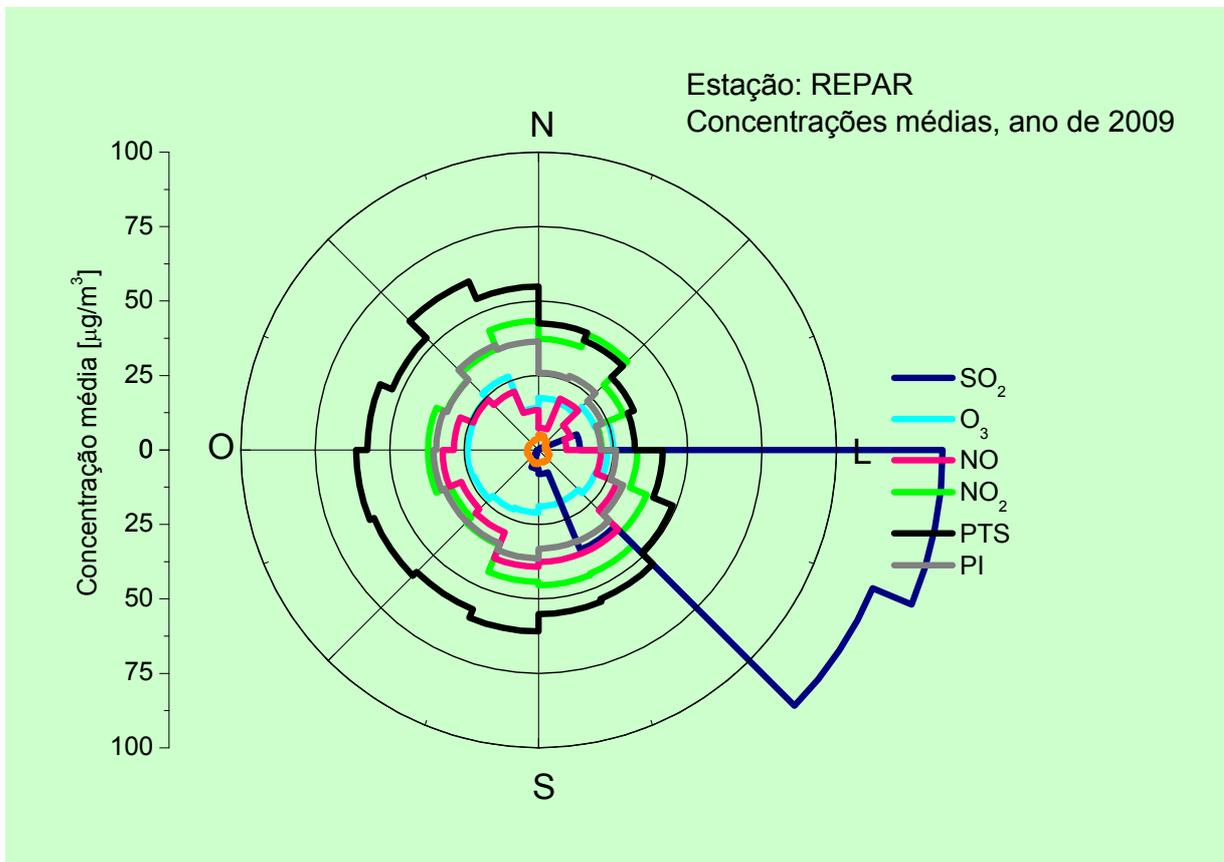
Estação automática: Araucária Assis



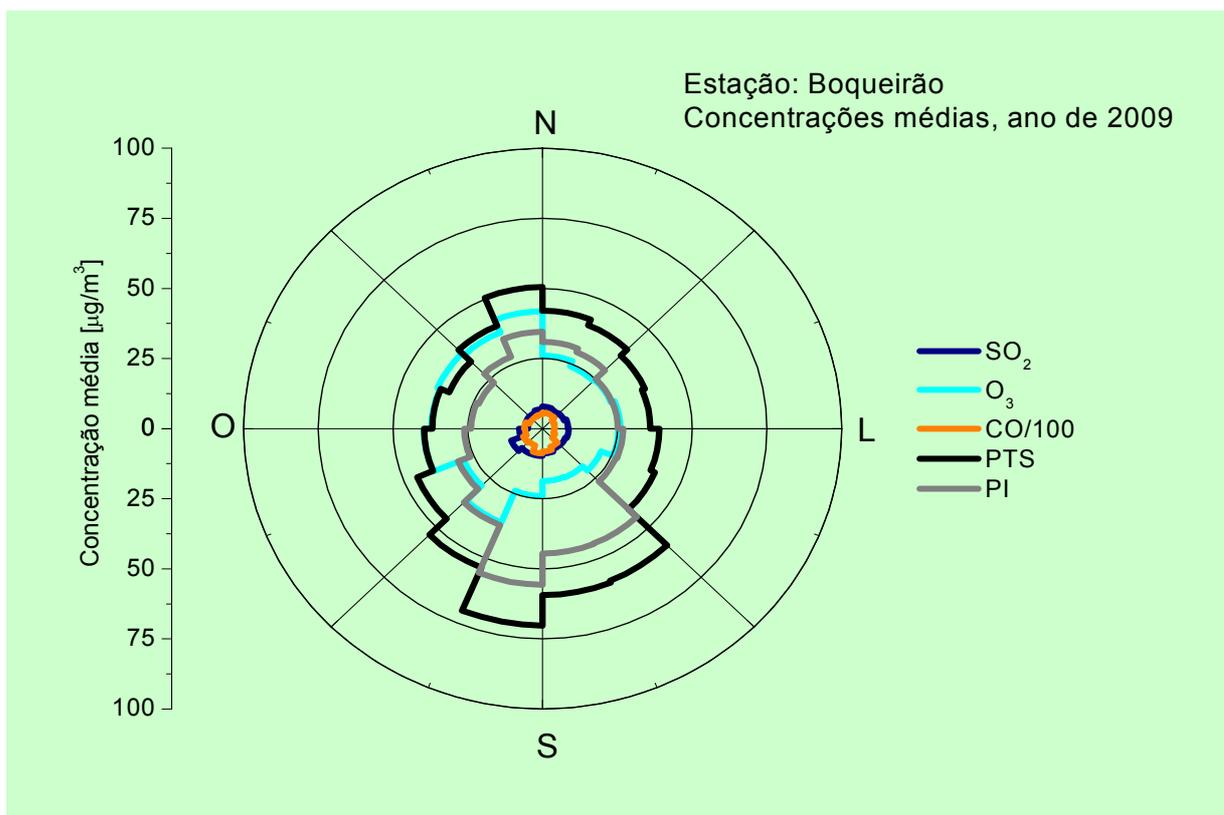
Estação Automática: Araucária UEG



Estação Automática: Araucária CSN-CISA



Estação automática: Araucária REPAR



Estação Automática: Boqueirão

Anexo 4: Alturas diárias de precipitação (mm) em Araucária e Colombo

