

Relatório Qualidade do Ar

na Região Metropolitana de Curitiba

Ano de 2007



Contrato



Instituto de Tecnologia
Para o Desenvolvimento

Apoio



Cidade muito humana.
Município de Araucária
Secretaria Municipal de Meio Ambiente

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ

Governador do Estado do Paraná
Roberto Requião

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA
Lindsley da Silva Rasca Rodrigues

Instituto Ambiental do Paraná - IAP
Vitor Hugo Burko

Diretoria de Estudos e Padrões Ambientais
Celso Augusto Bittencourt

Departamento de Tecnologia Ambiental
Maria da Graça Branco Patza

Foto da capa: Curitiba vista do Centro Politécnico do Paraná
Foto: SIMEPAR

EQUIPE TÉCNICA

Elaboração

Química: Aimara Tavares Puglielli – IAP

Analistas

Química: Aimara Tavares Puglielli - IAP

Técnico Químico: Ademir da Silva - IAP

Amostradores

Geraldo F. da Silva - IAP

Gerolino V. Sales - IAP

João Batista Maia - IAP

Rubens H. Castro - IAP

Operação das estações automáticas

Instituto de Desenvolvimento do Paraná- LACTEC

PREFÁCIO

A missão do Instituto Ambiental do Paraná - IAP é “proteger, preservar, conservar, controlar e recuperar o patrimônio ambiental, buscando melhor qualidade de vida e o desenvolvimento sustentável com a participação da sociedade”.

A gestão da qualidade do ar assumiu papel prioritário pela importância que esse recurso natural tem para a vida. Como o ar não é tratável antes de seu consumo, a manutenção da sua qualidade dentro dos padrões estabelecidos para garantir a saúde da população deve receber atenção ainda maior.

O Paraná conta atualmente com uma legislação moderna, sendo a mais completa do país. Trata-se da Lei Estadual nº 13.806/02 e da Resolução SEMA054/06 que a regulamenta, em especial quanto aos padrões de emissão para fontes fixas de poluição atmosférica, instrumento inédito no Brasil. O IAP está aplicando rigorosamente esta legislação e com isso esperamos obter significativa redução das emissões hoje praticadas, o que certamente resultará em melhorias da qualidade do ar em todo o Estado.

Para o acompanhamento da qualidade do ar contamos, atualmente, com uma rede de monitoramento na Região Metropolitana de Curitiba composta em 2007 por sete estações automáticas e cinco manuais. Destas, sete estações (2 automáticas e 5 manuais) são de propriedade do IAP e cinco são de outras entidades.

Neste ano de 2007 o número de parâmetros da rede de monitoramento foi ampliado com a instalação do parâmetro PI na estação manual na área central do município de Colombo. Nesta estação foram avaliados os parâmetros *PTS - Partículas Totais em Suspensão e PI - Partículas Inaláveis* que são os indicadores mais adequados para a região considerando o grande número de empresas de cal e calcário.

Para que o monitoramento seja efetivo, além da manutenção da estrutura física também são necessários investimentos significativos para a adequada operação das estações e no tratamento e interpretação dos dados obtidos, transformando-os em informações seguras e compreensíveis para a população. Visando aprimorar este repasse de informações para a sociedade, a partir deste ano de 2007 passamos a divulgar em nosso site na Internet boletins semanais da qualidade do ar.

Apresentamos esse oitavo Relatório Anual da Qualidade do Ar na Região Metropolitana de Curitiba, ano 2007, entendendo que seja um instrumento da maior relevância para a gestão da qualidade do ar e orientador para as ações que visam a manutenção e melhoria de sua qualidade.

Assim, estamos conduzindo o Programa de Gestão da Qualidade do Ar, acompanhando a evolução da sua qualidade através do monitoramento contínuo da região com a maior concentração populacional e industrial, ao mesmo tempo em que colocamos em prática o controle das fontes poluidoras de todo o Estado, através dos mecanismos estabelecidos na nossa legislação. Com essas ações buscamos garantir a qualidade de vida da população paranaense e cumprir com a nossa missão institucional de informação à sociedade sobre a qualidade do ar que respira.

VITOR HUGO RIBEIRO BURKO

Diretor Presidente do Instituto Ambiental do Paraná – IAP

APRESENTAÇÃO

Não há mais tempo a perder...

O 3º Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), ligado à ONU, dado a público em maio de 2007, mostra claramente que é possível deter o processo de aquecimento global se o processo de redução das emissões for iniciado antes de 2.015: “para salvar o clima de nosso planeta a humanidade terá de diminuir de 50% a 85% as emissões de CO2 até a metade deste século”.

As indicações feitas no 3º Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), registradas acima, além de se constituírem num alerta objetivo da urgência da definição de políticas e ações concretas de enfrentamento da poluição atmosférica em nível planetário, reafirmam a importância do controle sistemático das emissões na atmosfera tais como as que vêm sendo realizadas pelo Instituto Ambiental do Paraná - IAP há mais de vinte anos.

Dessa forma, como a certeza de estarmos institucional e profissionalmente contribuindo para preservação do meio ambiente ao integrarmos as forças da resistência ativa pela preservação da vida, temos a honra de apresentar o “VIII RELATÓRIO DA QUALIDADE DO AR NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA – 2007.”

Também esse oitavo Relatório Anual tem como objetivos principais: 1) informar a população sobre o atendimento ou não dos padrões de qualidade do ar e com qual frequência isso acontece e 2) prestar informações necessárias para que o IAP promova orientações sobre as possíveis melhorias no controle da poluição.

O conjunto de dados expressos nos Relatórios Anuais permite que o IAP testemunhe, em longo prazo, os compromissos relativos à manutenção das melhores condições ambientais de vida da população.

Nesse período, o abrangido pelos referidos Relatórios Anuais, sofisticaram-se 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.

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
Laboratório da Qualidade do Ar - IAP

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| PREFÁCIO | 2 |
| APRESENTAÇÃO | 4 |
| 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 | 17 |
| 2 Monitoramento da qualidade do ar na Região Metropolitana de Curitiba (RMC) | 18 |
| 2.1 Dados gerais | 19 |
| 2.2 Aspectos climáticos e meteorológicos | 19 |
| 2.3 Objetivo do monitoramento | 21 |
| 2.4 Localização das estações e conceito do monitoramento | 21 |
| 3 Resultados do monitoramento da qualidade do ar | 25 |
| 3.1 Representatividade e disponibilidade dos dados | 25 |
| 3.2 Parâmetros da qualidade do ar | 26 |
| 3.2.1 Partículas Totais em Suspensão (PTS) | 26 |
| 3.2.2 Fumaça | 31 |
| 3.2.3 Partículas Inaláveis (PI) | 33 |
| 3.2.4 Dióxido de Enxofre (SO ₂) | 35 |
| 3.2.5 Monóxido de Carbono (CO) | 39 |
| 3.2.6 Ozônio (O ₃) | 41 |
| 3.2.7 Dióxido de Nitrogênio (NO ₂) | 43 |
| 3.3 Registros de dias com qualidade do ar INADEQUADA | 45 |
| 4 Conclusão | 48 |
| 4.1 Situação atual da qualidade do ar na RMC | 48 |
| 4.2 A gestão de qualidade do ar | 50 |
| 4.3 Gás natural veicular (GNV) - uma solução para as emissões veiculares? | 52 |
| 5 Bibliografia | 53 |
| Anexo 1: Localização das estações de monitoramento | 54 |
| Anexo 2: Variação média diária de SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ , CO, PI e PTS | 65 |
| Anexo 3: Concentração média em função da direção do vento | 69 |

Anexo 4: Alturas diárias de precipitação (mm) em Curitiba e Araucária..... 74

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)..... | 15 |
| Tabela 2: Critérios para episódios agudos de poluição do ar (Resolução CONAMA 03/90, SEMA n° 041/02) | 16 |
| Tabela 3: Classificação da qualidade do ar através do Índice de qualidade do ar | 17 |
| Tabela 4: Estações de monitoramento de qualidade do ar na RMC no ano de 2007 | 23 |
| Tabela 5: Monitoramento de qualidade do ar nas áreas: industrial, centro, bairro | 24 |
| Tabela 6: Resultados do monitoramento de PTS..... | 27 |
| Tabela 7: Resultados do monitoramento de Fumaça | 32 |
| Tabela 8: Resultados do monitoramento de PI..... | 34 |
| Tabela 9: Resultados do monitoramento de SO ₂ em Curitiba | 37 |
| Tabela 10: Resultados do monitoramento de SO ₂ em Araucária..... | 38 |
| Tabela 11: Resultados do monitoramento de CO | 40 |
| Tabela 12: Resultados do monitoramento de O ₃ em Curitiba | 41 |
| Tabela 13: Resultados do monitoramento de O ₃ em Araucária..... | 42 |
| Tabela 14: Resultados do monitoramento de NO ₂ | 43 |
| Tabela 15: Registros de dias com violações dos padrões de qualidade do ar no ano de 2007 por mês e estação | |

GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1: Frequência dos ventos nas estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar | 19 |
| Gráfico 2: Condições de dispersão nas estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar | 20 |
| Gráfico 3: Classificação das médias diárias para PTS na Estação Santa Casa no ano de 2007 | 27 |
| Gráfico 4: Classificação das médias diárias para PTS na Estação Santa Casa entre 1990-2007 | 28 |
| Gráfico 5: Classificação das médias diárias para PTS na Estação Cisa Automática no ano de 2007 | 28 |
| Gráfico 6: Classificação das médias diárias para PTS na Estação REPAR no ano de 2007..... | 29 |
| Gráfico 7: Classificação das médias diárias para PTS na Estação Colombo no ano de 2007... | 30 |
| Gráfico 8: Classificação das médias diárias para Fumaça na Estação Santa Casa nos anos de 1990-2007 | 31 |
| Gráfico 9: Classificação das médias diárias para PI na Estação Colombo no ano de 2007 | 33 |
| Gráfico 10: Médias anuais para SO₂ , Fumaça e PTS no período de 1990 até 2007 na Estação Santa Casa..... | 34 |
| Gráfico 11: Classificação das médias diárias para SO₂ na Estação CISA no ano de 2007 | 37 |
| Gráfico 12: Classificação das médias diárias para SO₂ na Estação REPAR no ano de 2007 ... | 37 |
| Gráfico 13: Classificação das médias horárias para Ozônio na Estação Assis automática | 43 |
| Gráfico 14: Classificação das médias horárias para NO₂ na Estação Pardinho | 43 |
| Gráfico 15: Dias com o ar classificado como de qualidade inadequada..... | 47 |
| Gráfico 16: Registro de dias com alturas de precipitação(mm) no decorrer do ano de 2007 . | 45 |

Figura

Figura 1: Localização das estações de monitoramento de qualidade do ar na RMC..... 21

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 mantém 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 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 de 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 de 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 chamadas antropogênicas. É importante saber que o monitoramento da qualidade do ar sempre analisa o conjunto das duas fontes. Porém, não podemos controlar fenômenos naturais que podem liberar grandes quantidades de substâncias para 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 2007 com 3.979.483 veículos [DETRAN-PR, motorização], o que significa um aumento de 8,81 % em relação ao ano de 2006. Só na capital já temos 1.035.819 veículos motorizados, ou 57,6 por 100 habitantes, o que corresponde a um aumento de 7,08 % [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 e a custo menor para abastecimento. Em Curitiba existem vinte e dois postos de abastecimentos e dezoito oficinas credenciadas para conversão (www.compagas.com.br, 29/04/2008). Até o ano de 2007 foram 23.930 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 confirmou estes padrões através da 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:

- 1) Partículas Totais em Suspensão (PTS)
- 2) Fumaça
- 3) Partículas Inaláveis (PI), (Obs: outra nomenclatura o chama PM_{10} ou MP_{10})
- 4) Dióxido de Enxofre (SO_2)
- 5) Monóxido de Carbono (CO)
- 6) Ozônio (O_3)
- 7) Dióxido de Nitrogênio (NO_2)

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 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ¹⁾ | Padrão secundário [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 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 nº 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 nº 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 nº 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° 041/02)

| Poluente | Tempo de amostragem | Nível Atenção [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Nível Alerta [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Nível Emergência [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] |
|---|---------------------|--|---|---|
| Partículas Totais em Suspensão (PTS) | 24 horas | 375 | 625 | 875 |
| Fumaça | 24 horas | 250 | 420 | 500 |
| Partículas Inaláveis (PI) | 24 horas | 250 | 420 | 500 |
| Dióxido de Enxofre (SO_2) | 24 horas | 800 | 1.600 | 2.100 |
| Monóxido de Carbono (CO) | 8 horas | 17.000 ¹⁾ | 34.000 ²⁾ | 46.000 ³⁾ |
| Ozônio (O_3) | 1 hora | 400 | 800 | 1.000 |
| Dióxido de Nitrogênio (NO_2) | 1 hora | 1.130 | 2.260 | 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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 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 analisamos uma média horária de Ozônio de $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$, isto seria exatamente o padrão primário e, portanto corresponde a um índice de 100. Caso o resultado seja a metade, apenas $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, o correspondente índice seria 50. Este índice também é utilizado para classificar a qualidade do ar em seis categorias, de BOA até CRÍTICA, como 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 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Fumaça 24 h [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | PI 24 h [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | SO ₂ 24 h [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | O ₃ 1 hora [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | CO 8 h [ppm] | NO ₂ 1 hora [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] |
|---------------------------|---------------|--|---|---|--|---|-----------------|--|
| 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 freqüentes.

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

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

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 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da média diária de Partículas Inaláveis significou um aumento de 3 % da mortalidade de pessoas acima de 65 anos [SALDIVA et. al. 1995]. É estimado que na cidade de São Paulo cerca de 20.000 mortes

adicionais por ano ocorram por um descontrole da poluição do ar [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, disse 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 km² e conta em 2007 com uma população projetada de 3.595.662 habitantes [IPARDES, 2000-2010], apresentando uma taxa de crescimento da população de 38 % em relação a 1996. A área urbana da RMC se estende a 1.051 km², 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°C. No verão são registradas temperaturas até 35°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**.

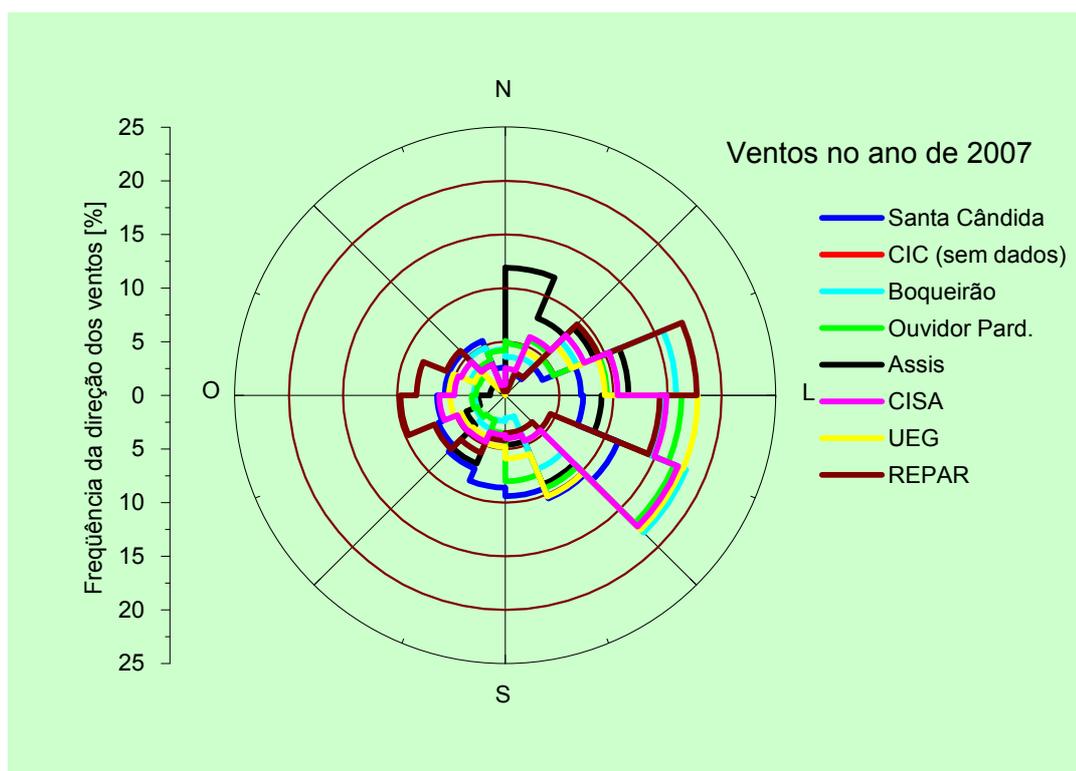


Gráfico 1: Frequência dos ventos nas estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar

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 2007 considerando a média das estações automáticas Assis, Boqueirão, Repar, Pardinho 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.

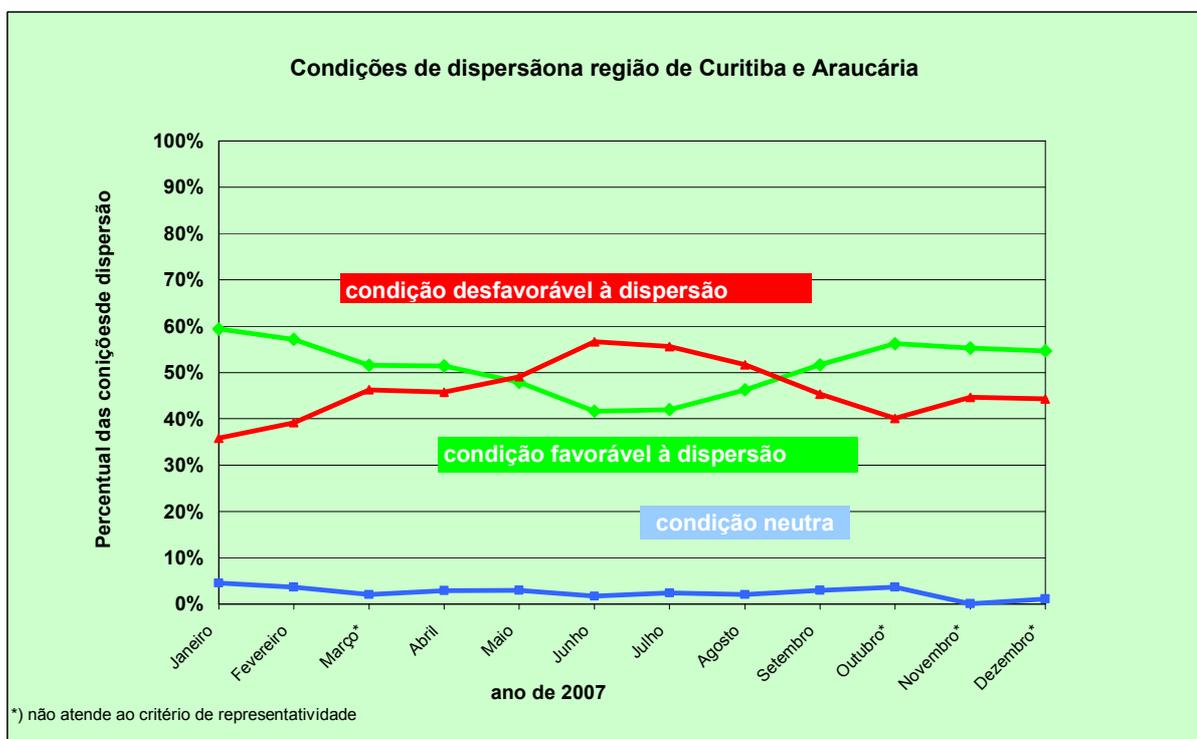


Gráfico 2: Condições de dispersão nas estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar

Podemos observar que nos meses de maio a setembro 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

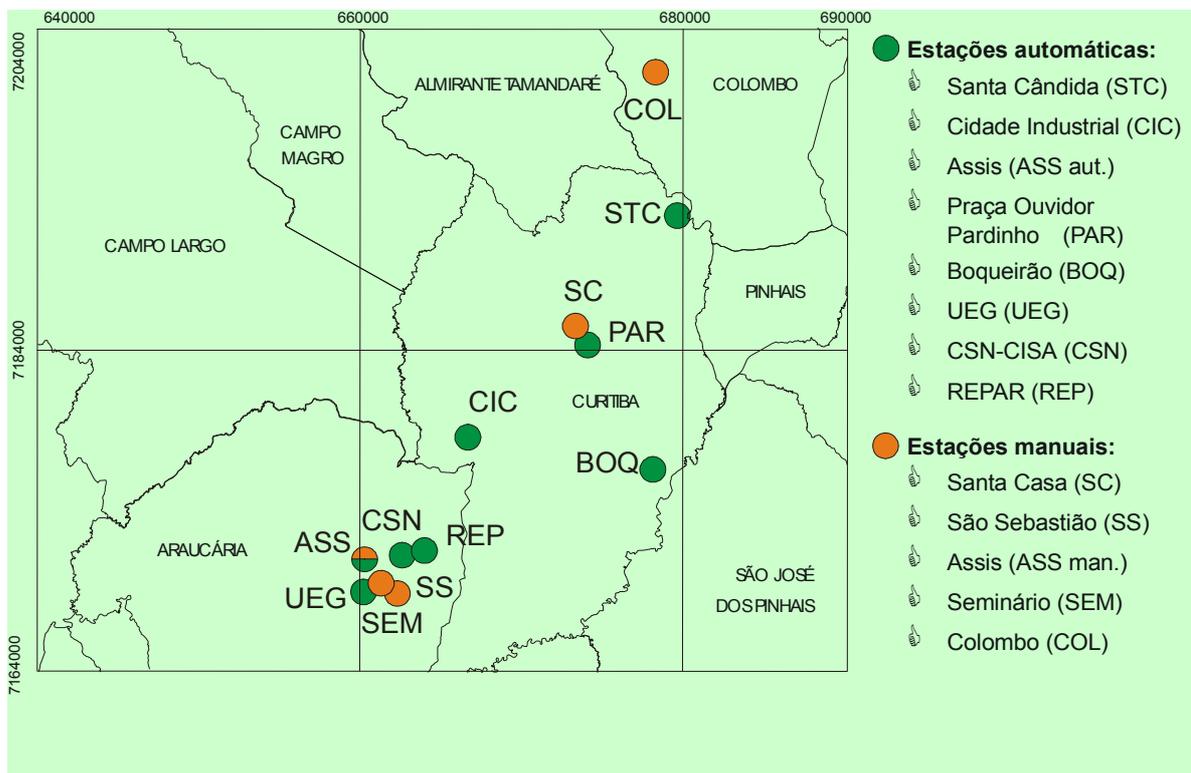


Figura 1: Localização das estações de monitoramento de qualidade do ar na RMC

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

O monitoramento 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. Adicionalmente, no ano de 1998, foram instaladas em Curitiba, mais duas estações automáticas de monitoramento do ar que medem médias horárias dos componentes NO₂, O₃, SO₂ e diversos parâmetros meteorológicos. Mais uma estação automática foi instalada em Araucária no começo do ano de 2000. Ela também é equipada para os monitoramentos 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 Pardini, e outra no município de Araucária, no bairro Sabiá, no terreno da empresa CISA. Desde maio de 2003 temos uma sétima estação automática no centro de Araucária chamada de UEG e em julho de 2003 a estação REPAR entrou em operação, localizada temporariamente no terreno da refinaria Presidente Vargas em Araucária. Em 2006 temos mais uma estação manual em operação que monitora o parâmetro PTS, localizada no centro de Colombo. Em 2007 nesta estação, entrou em operação o monitoramento para o parâmetro PI.

A Estação CIC foi desativada, devido a ação de vandalismo, em junho/2006 não sendo mencionada no presente Relatório. A Estação Boqueirão foi desativa pelo mesmo motivo em outubro de 2007.

Na **Tabela 4** vemos a lista das diversas estações da RMC, os parâmetros medidos e o tempo de funcionamento.

Tabela 4: Estações de monitoramento de qualidade do ar na RMC no ano de 2007

| Estação | Localização/Categoria ¹⁾ | Parâmetros medidos no ano de 2007 | | 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 , NO, NO ₂ , O ₃ | Todas as estações: temperatura, velocidade e direção do vento Exceções: BOQ: sem umidade, radiação UVA, UVB ASS: sem radiação UVA, UVB, CISA: sem radiação global, UVA, UVB REP: sem radiação UVA, UVB, umidade relativa. Pressão UEG: sem radiação global, UVA e UVB STC: sem radiação UVA e UVB | desde 1998/ 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 Pardinho (PAR) | Região central de Curitiba, Bairro Rebouças/ centro | SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ , CO, PTS, PI, | | desde agosto de 2002/IAP |
| | Boqueirão (BOQ) | Sudeste de Curitiba Bairro Boqueirão/ bairro | SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ , CO, PTS, PI | | desde setembro de 2001/IAP Desativada outubro/07 |
| | UEG (UEG) | Região central de Araucária Bairro Centro/ industrial e centro | SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ , CO, PI | | desde maio de 2003/IAP |
| | CISA (CISA) | Centro/Nordeste de Araucária, Bairro Sabiá/ industrial | SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ , CO, PTS, PI | | desde agosto de 2002/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 velocidade e direção do vento | desde 2005/IAP |

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

Analisando o número e a localização das estações de monitoramento da qualidade do ar na RMC, 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. No ano de 2007, sete estações automáticas e cinco manuais estavam em operação, o que é um número satisfatório. Entretanto, a Estação Boqueirão foi desativada no mês de outubro. Como vemos na Tabela 4, nem todas as estações são completas ou monitoram todos os parâmetros como demonstrado na **Tabela 5**. Devido às violações observadas no caso dos poluentes PTS, PI, O₃ e NO₂ o número de pontos de monitoramento poderia ser aumentado, de acordo com a diretiva acima mencionada, por isso consta o comentário número insuficiente na tabela 5.

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

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

- A) Onde se espera violações em áreas dominadas por emissões industriais (**área industrial**)
- B) Onde se espera violações em áreas dominadas por emissões do tráfego (**centro da cidade**)
- C) Onde mora a população e conseqüentemente passa uma boa parte da sua vida (**bairro**)

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 2007) | Nº de estações de monitoramento nas áreas | | | Conclusão | |
|-----------------|---|---|--------|--------|-----------|---------------------|
| | | industrial | centro | bairro | | |
| PTS | 7 | 3 | 1 | 2 | 1 | número insuficiente |
| Fumaça | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | satisfatório |
| PI | 6 | 2 | 2 | 1 | 1 | número insuficiente |
| SO ₂ | 11 | 4 | 2 | 2 | 3 | satisfatório |
| CO | 5 | 2 | 1 | 1 | 1 | número insuficiente |
| O ₃ | 7 | 3 | 1 | 1 | 2 | satisfatório |
| NO | 7 | 3 | 1 | 1 | 2 | satisfatório |

Há falta de informação para os poluentes CO e PI visto que estes em número de Estações são inferiores a sete .

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 foi utilizado os limites de representatividade abaixo, que são amplamente usados, como por exemplo, pela CETESB:

| média | critério de representatividade |
|--------------|---|
| horária | pelo menos uma média de 30 minutos válida Pelo menos 6 médias horárias válidas |
| 8 horas | pelo menos 16 médias horárias válidas |
| diária | |
| mensal | Pelo menos 2/3 das médias diárias válidas 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 oito 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 e nas Estações Assis automática, CSN-CISA e REPAR em Araucária e na Estação 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 2007 | | | | | |
|---|---|---------------------|-----------------------|--------------|-------------------|
| PTS Estação: Curitiba, Santa Casa Disponibilidade 24h: 93,4 % | n° de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro) | | | | |
| | BOA: 185 | REGULAR: 156 | INADEQUADA: 0 | MÁ: 0 | |
| | média anual: 75,3 µg/m ³ | | | | |
| | média diária máxima: 217,0 µg/m ³ (em 11 de junho de 2007) | | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias diárias: zero | | | | |
| PTS Estação: Curitiba, Praça Ouvidor Pardinho Disponibilidade 24h: 89,9 % | n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro) | | | | |
| | BOA: 296 | REGULAR: 32 | INADEQUADA: 0 | MÁ: 0 | |
| | média anual: 27,9 µg/m ³ | | | | |
| | média diária máxima: 157,0 µg/m ³ (em 30 de março de 2007) | | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias diárias: zero | | | | |
| PTS Estação: Curitiba, Boqueirão Disponibilidade 24h: 78,4% ⁽¹⁾ | n° de classificações das médias diárias (janeiro-outubro) | | | | |
| | BOA: 237 | REGULAR: 49 | INADEQUADA: 0 | MÁ: 0 | |
| | média anual: 37,2 µg/m ³⁽¹⁾ | | | | |
| | média diária máxima: 238,0 µg/m ³ (em 06 de julho de 2007) | | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias diárias: zero | | | | |
| PTS Estação: Araucária, CSN-CISA Disponibilidade 24h: 84,9% | n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro) | | | | |
| | BOA: 221 | REGULAR: 89 | INADEQUADA: 0 | MÁ: 0 | |
| | média anual: 52,1 µg/m ³ | | | | |
| | média diária máxima: 231,0 µg/m ³ (em 21 de junho de 2007) | | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias diárias: zero | | | | |
| PTS Estação: Araucária Assis automática Disponibilidade 24h: 96,7% | n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro) | | | | |
| | BOA: 352 | REGULAR: 1 | INADEQUADA: 0 | MÁ: 0 | |
| | média anual: 12,2 µg/m ³ | | | | |
| | média diária máxima: 83,0 µg/m ³ (em 25 de novembro de 2007) | | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias diárias: zero | | | | |
| PTS Estação: Araucária, REPAR Disponibilidade 24h: 99,5 % | n° de classificações das médias diárias (janeiro-dezembro) | | | | |
| | BOA: 295 | REGULAR: 67 | INADEQUADA: 1 | MÁ: 0 | |
| | média anual: 43,2 µg/m ³ | | | | |
| | média diária máxima: 240,0 µg/m ³ (em 21 de junho de 2007) | | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias diárias: uma | | | | |
| PTS Estação: Colombo Disponibilidade 24h: 93,7% | n° de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro) | | | | |
| | BOA: 139 | REGULAR: 186 | INADEQUADA: 17 | MÁ: 8 | PÉSSIMA: 2 |
| | média anual: 92,3 µg/m ³ | | | | |
| | média diária máxima: 816,0 µg/m ³ (em 5 de junho de 2007) | | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias diárias: vinte e sete | | | | |

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

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 horas. A média anual ficou em $75,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valor que atende ao padrão primário de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ é um pouco superior ao do ano anterior que era de $70,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. As condições mais desfavoráveis foram encontradas nos meses de inverno, como demonstra o **Gráfico 3**, devido a menor quantidade de chuva e condições geralmente menos favoráveis à dispersão dos poluentes nesta época.

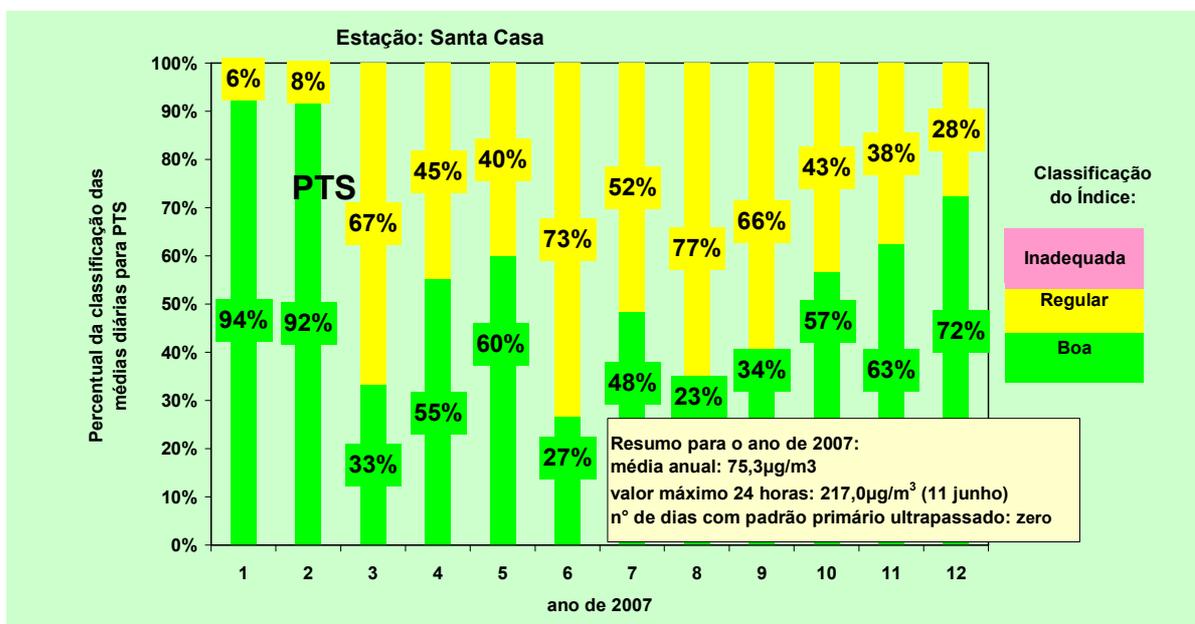


Gráfico 3: Classificação das médias diárias para PTS na Estação Santa Casa no ano de 2007

Analisando o período entre 1990 e 2007 vemos no **Gráfico 4** para o ano de 2007 uma situação bem melhor do que em 1990. Em 2007, a maioria das médias diárias (54,3%) foi na classificação BOA e pela sétima vez a média anual atende ao padrão primário de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nos anos de 2001 a 2007 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.

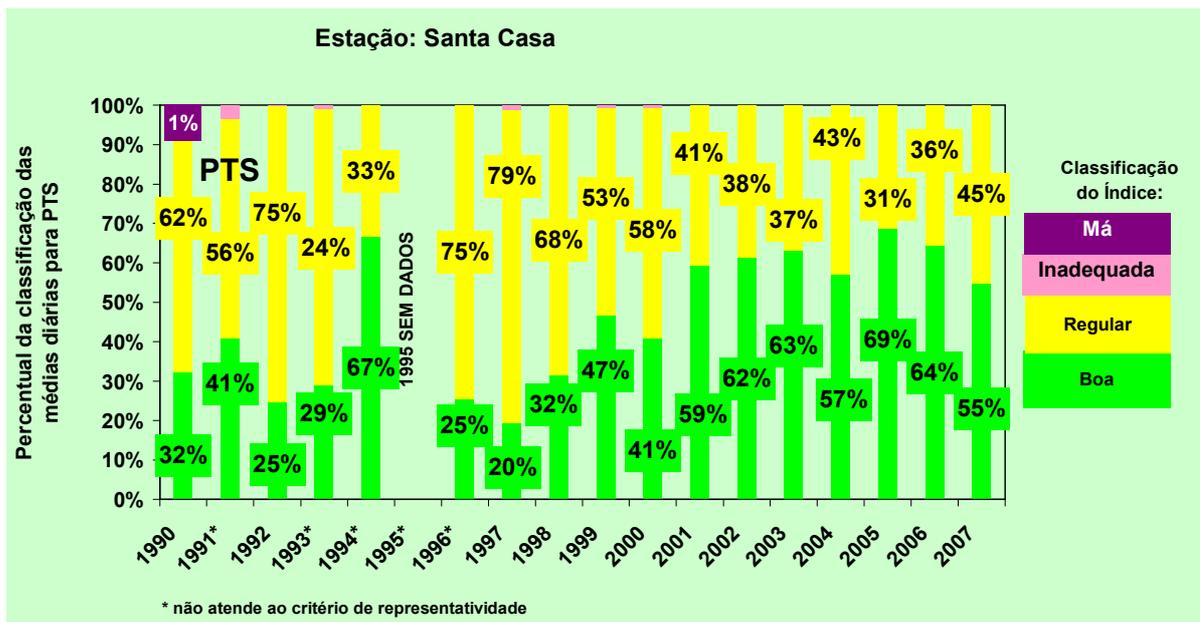


Gráfico 4: Classificação das médias diárias para PTS na Estação Santa Casa entre 1990-2007

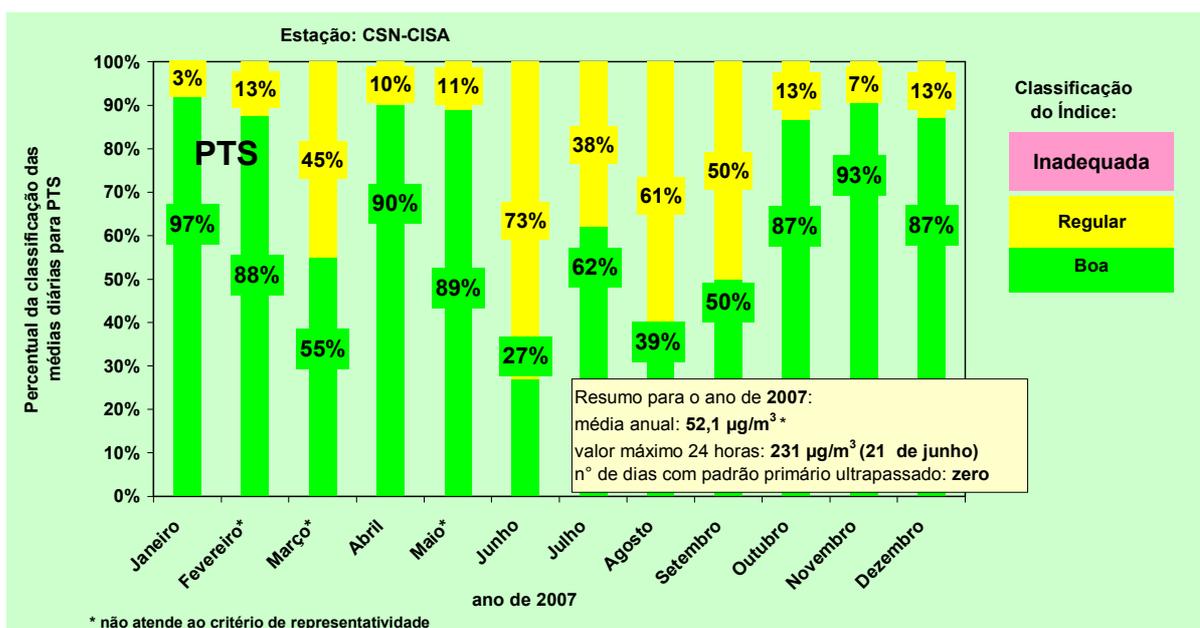


Gráfico 5: Classificação das médias diárias para PTS na Estação CSN-CISA no ano de 2007

Como vemos no **Gráfico 5**, em Araucária na Estação CSN-CISA, a concentração de PTS apresentou uma média anual de 52,1 µg/m³ com 71,3% das médias diárias na classificação BOA, 28,7% das médias diárias na classificação REGULAR. Na Estação REPAR, a concentração de PTS apresentou uma média anual de 43,2 µg/m³, com 81,3 % das médias diárias na classificação BOA, 18,4 % na classificação REGULAR e 0,3 % na classificação INADEQUADA.

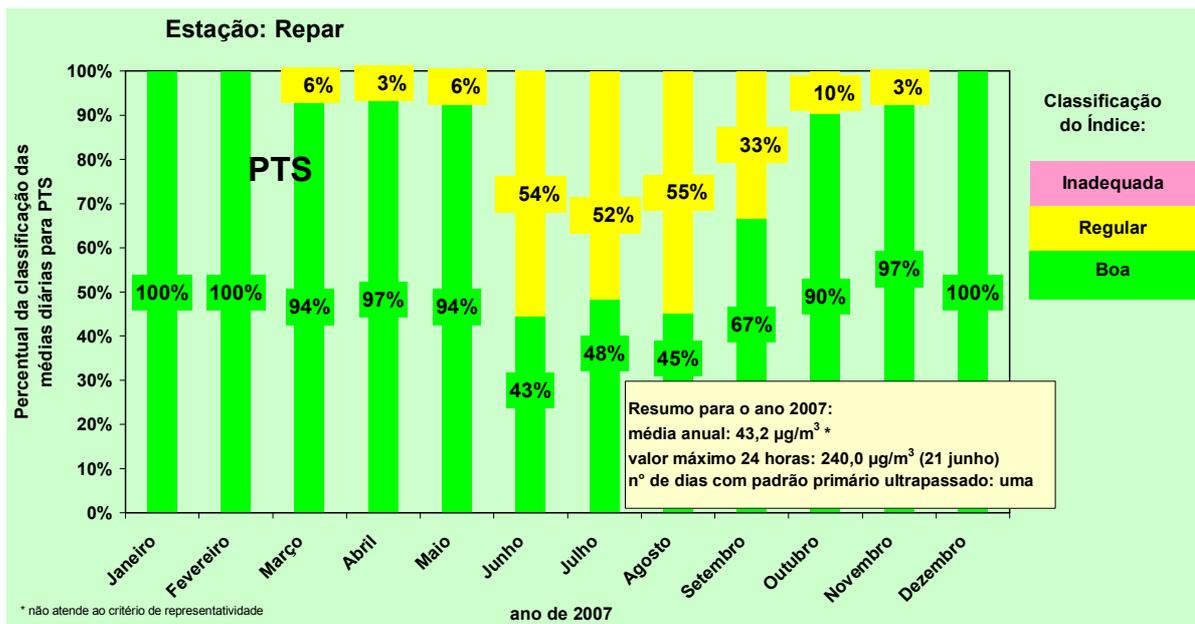


Gráfico 6: Classificação das médias diárias para PTS na Estação REPAR no ano de 2007

No ano de 2007 foi observada uma violação na categoria INADEQUADA na Estação REPAR. Este resultado representa uma melhora comparativamente ao ano de 2006 quando foram observadas 06 violações na categoria INADEQUADA para este parâmetro, no início do inverno, quando as condições de dispersão foram desfavoráveis

Como vemos no **Gráfico 7**, na estação Colombo a concentração de PTS apresentou uma média anual de 92,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor este acima do padrão primário de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ estabelecido na Resolução CONAMA 03/90, com 39,4% das médias diárias na classificação BOA, 52,7% na classificação REGULAR, 4,8% na classificação INADEQUADA, 2,5% na classificação MÁ e 0,6% na classificação PÉSSIMA. Foram observadas 27 violações, sendo 17 na classificação INADEQUADA, 9 na categoria MÁ e 2 na categoria PÉSSIMA. As violações foram verificadas nos meses de inverno e início da primavera que coincidiram com a menor quantidade de chuva ocasionando condições menos favoráveis à dispersão dos poluentes.

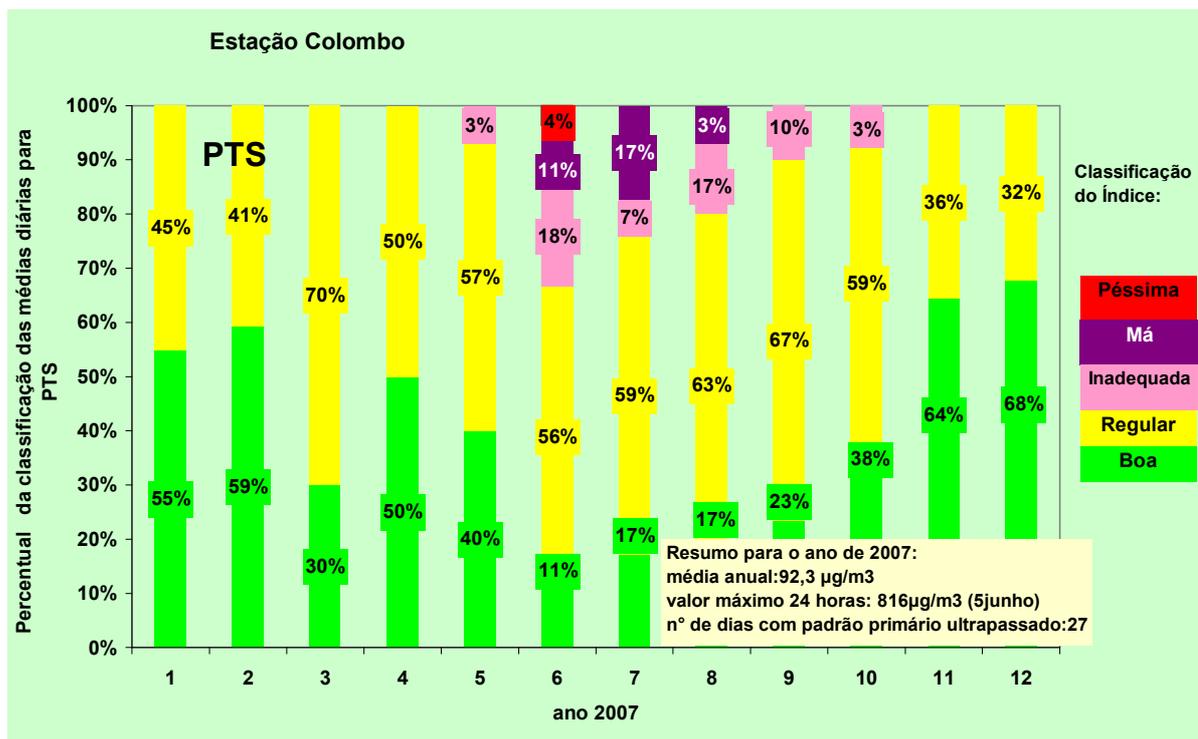


Gráfico 7: Classificação das médias diárias para PTS na Estação Colombo no ano de 2007

3.2.2 Fumaça

O componente Fumaça foi monitorado em quatro localidades: em Curitiba na Estação Santa Casa, (na Praça Rui Barbosa) e em três localidades de 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 2007 | | | | |
|---|---|----------------|-------------------|-----------|
| Fumaça Estação: Curitiba, Santa Casa Disponibilidade 24h: 96,4 % | n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro) | | | |
| | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 336 | 15 | 1 | 0 |
| | média anual: 19,7 µg/m ³ | | | |
| | média diária máxima: 191,0 µg/m ³ (em 26 de julho de 2007) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias diárias: uma | | | |
| Fumaça Estação: Araucária, Assis manual Disponibilidade 24h: 98,9 % | n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro) | | | |
| | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 360 | 1 | 0 | 0 |
| | média anual: 3,4 µg/m ³ | | | |
| | média diária máxima: 89,0 µg/m ³ (em 19 de junho de 2007) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias diárias: zero | | | |
| Fumaça Estação: Araucária, Seminário Disponibilidade 24h: 100 % | n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro) | | | |
| | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 352 | 13 | 0 | 0 |
| | média anual: 9,5 µg/m ³ | | | |
| | média diária máxima: 123 µg/m ³ (em 20 de junho de 2007) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias diárias: zero | | | |
| Fumaça Estação: Curitiba, São Sebastião Disponibilidade 24h: 100 % | n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro) | | | |
| | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 364 | 1 | 0 | 0 |
| | média anual: 2,9 µg/m ³ | | | |
| | média diária máxima: 87,0 µg/m ³ (em 20 de junho de 2007) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias diárias: zero | | | |

Em 2007 houve uma violação do padrão da média diária e anual para este poluente. As maiores concentrações foram registradas nos meses de junho e julho.

As médias anuais se apresentaram em todas as localidades bem abaixo do padrão primário, que é de 60 µg/m³. Em geral a classificação ficou na categoria BOA, mesmo no local mais comprometido, Estação Santa Casa. No **Gráfico 8** vemos que 95,5 % das médias diárias de Fumaça registradas na Estação Santa Casa no ano de 2007 foram de classificação BOA, 4,2 % na classificação REGULAR e 0,28% na classificação INADEQUADA mostrando um pequeno aumento em relação ao ano de 2006. Foi registrada em 2007 uma média anual de 19,7 µg/m³, valor superior ao do ano de 2006 quando foi medido 14,1 µg/m³. Nos anos anteriores esta média ficava na faixa entre 20 e 40 µg/m³. Durante o período entre 1990 e hoje, a melhoria é significativa, como demonstrado nos **Gráficos 8 e 10**.

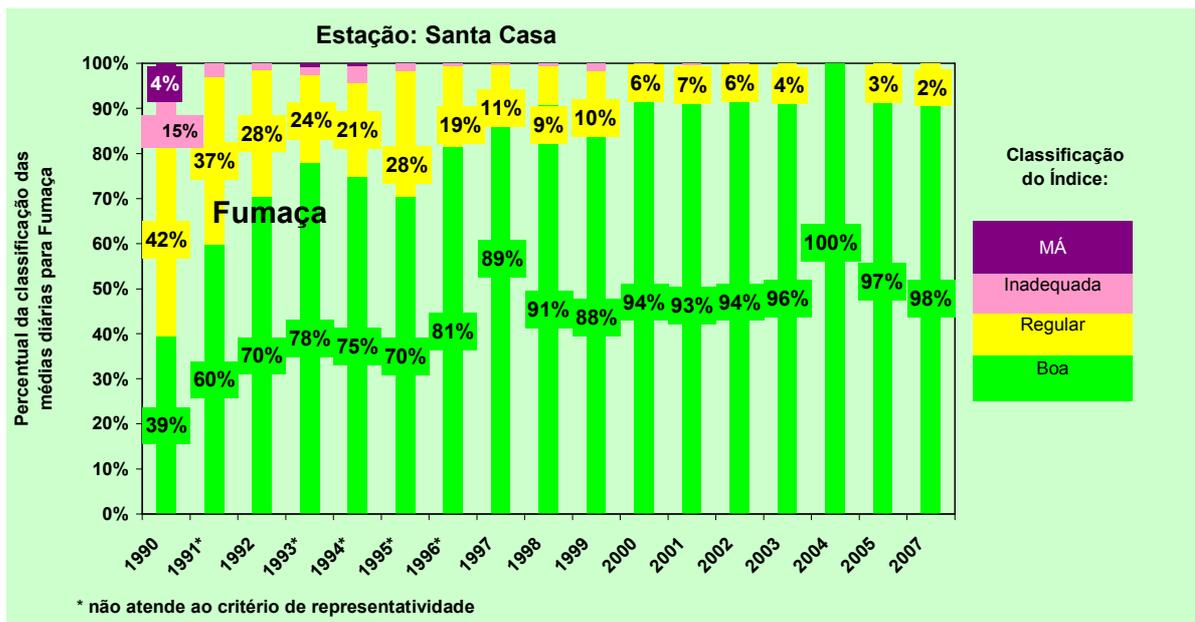


Gráfico 8: Classificação das médias diárias para **Fumaça** na Estação Santa Casa nos anos de 1990-2007

3.2.2 Partículas Inaláveis (PI)

O componente PI foi monitorado em seis localidades: duas em Curitiba na Estação Boqueirão(até outubro/07) e Ouvidor Pardinho, três localidades em Araucária nas Estações CSN-CISA, UEG e REPAR e uma na Estação manual de Colombo. Em Curitiba a classificação das médias diárias foi de 86,8 % como BOA e 13,2 % das médias diárias na classificação REGULAR. Podemos constatar que a situação referente ao parâmetro PI é boa em Curitiba. 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 2007 | | | | |
|--|--|----------------|-------------------|-----------|
| PI Estação: Curitiba, Ouvidor Pardinho Disponibilidade 24h: 97,0 % | n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro) | | | |
| | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 311 | 43 | 0 | 0 |
| | média anual: 24,8 µg/m ³ | | | |
| | média diária máxima: 121,0 µg/m ³ (em 3 de julho de 2007) | | | |
| n° de ultrapassagens das médias diárias: zero | | | | |
| PI Estação: Curitiba, Boqueirão Disponibilidade 24h: 77,3 % ⁽¹⁾ | n° de classificações das médias diárias (janeiro-outubro) | | | |
| | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 241 | 41 | 0 | 0 |
| | média anual: 27,0 µg/m ³ ⁽¹⁾ | | | |
| | média diária máxima: 139,0 µg/m ³ (em 6 de julho de 2007) | | | |
| n° de ultrapassagens das médias diárias: zero | | | | |
| PI Estação: Araucária, CSN-CISA Disponibilidade 24h: 88,2% | n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro) | | | |
| | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 267 | 55 | 0 | 0 |
| | média anual: 33,3 µg/m ³ | | | |
| | média diária máxima: 126,0 µg/m ³ (em 21 de junho de 2007) | | | |
| n° de ultrapassagens das médias diárias: zero | | | | |
| PI Estação: Araucária, UEG Disponibilidade 24h: 90,1% | n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro) | | | |
| | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 239 | 90 | 0 | 0 |
| | média anual: 39,8 µg/m ³ | | | |
| | média diária máxima: 149,0 µg/m ³ (em 5 de julho de 2007) | | | |
| n° de ultrapassagens das médias diárias: zero | | | | |
| PI Estação: Araucária, REPAR Disponibilidade 24h: 100 % | n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro) | | | |
| | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 285 | 80 | 0 | 0 |
| | média anual: 36,8 µg/m ³ | | | |
| | média diária máxima: 145,0 µg/m ³ (em 25 de agosto de 2007) | | | |
| 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 |
| | 189 | 92 | 13 | 6 |
| | média anual: 55,7 µg/m ³ | | | |
| | média diária máxima: 355,0 µg/m ³ (em 5 de junho de 2007) | | | |
| n° de ultrapassagens das médias diárias: dezenove | | | | |

Nota: 1) não atende ao critério de representatividade

Em Araucária a classificação das médias diárias foi de 77,8% na categoria BOA e 22,2% na categoria REGULAR. Na Estação Manual de Colombo a concentração de PI apresentou uma média anual de 55,7 µg/m³ valor este acima do padrão primário de 50 µg/m³

estabelecido na Resolução CONAMA 03/90, com 63% das médias diárias na classificação BOA, 30,7 % na classificação REGULAR , 4,3 % na classificação INADEQUADA e 2% na classificação MÁ. As 19 violações foram verificadas nos meses de inverno e início da primavera que coincidiram com a menor quantidade de chuva ocasionando condições menos favoráveis à dispersão dos poluentes.

No **Gráfico 9** é mostrada a distribuição da classificação das médias diárias na Estação Colombo. Observamos que os meses críticos neste ano foram de junho a setembro .

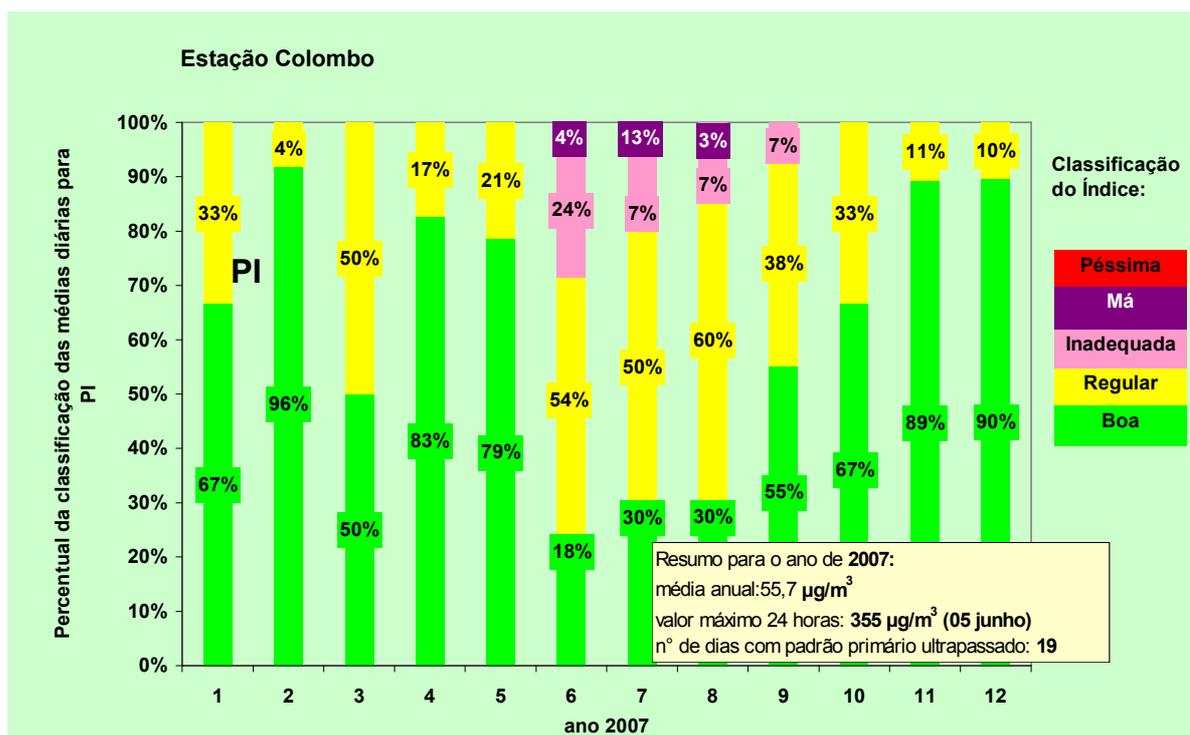


Gráfico 9: Classificação das médias diárias para PI na Estação Colombo no ano de 2007

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 em onze localidades em operação durante o ano de 2007 (veja Tabela 4).

O número de classificações das médias diárias, as médias anuais e as médias diárias máximas estão apresentadas nas **Tabelas 9 e 10**. Todas as médias diárias obtidas enquadram-se na classificação BOA nas estações de Curitiba

Em Araucária em 2007 as médias diárias na sua maioria foram na classificação BOA (98,0 %) ficando as restantes na classificação REGULAR (2,0%).

Podemos constatar que a situação referente a SO₂ é boa em Araucária. Curitiba apresenta já há alguns anos uma situação boa com referência ao poluente SO₂ e, no **Gráfico 10**, vemos como a situação melhorou no período de 1990 a 1996. A partir desta data observamos uma situação estável.

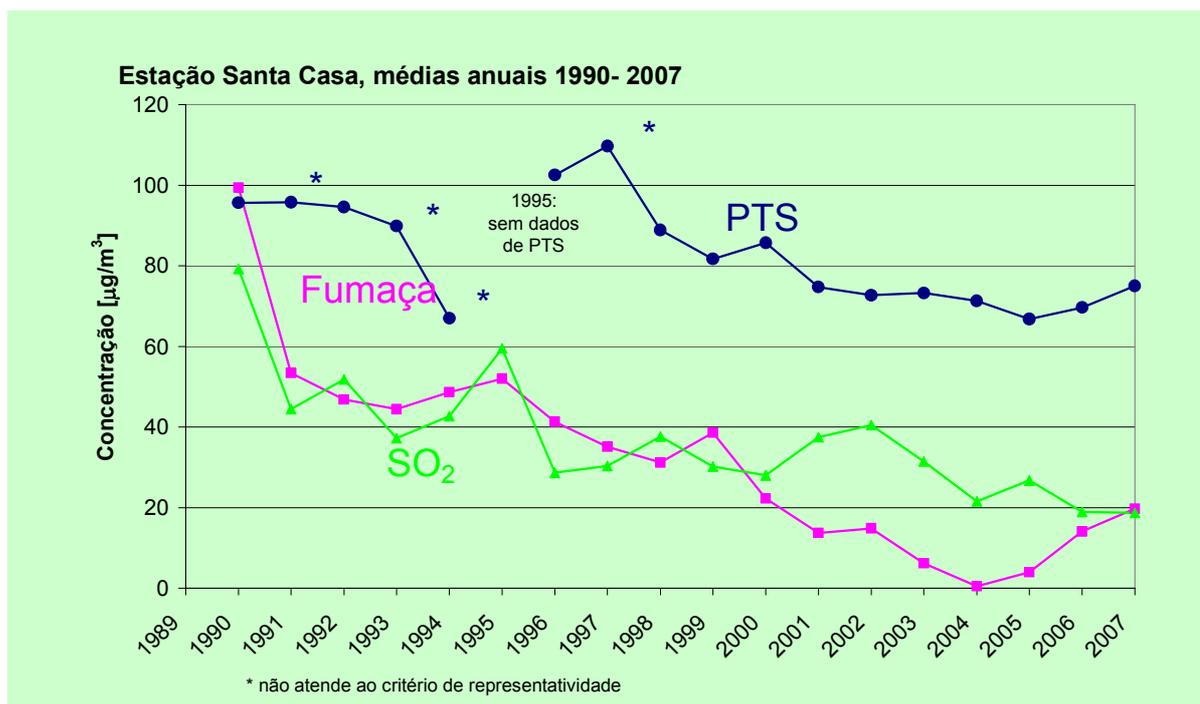


Gráfico 10: Médias anuais para SO₂, Fumaça e PTS no período de 1990 até 2007 na Estação Santa Casa

Tabela 9: Resultados do monitoramento de SO₂ em Curitiba

| Monitoramento de SO ₂ no ano de 2007 | | | | |
|--|--|----------------|-------------------|-----------|
| SO₂ Estação: Curitiba, Santa Casa Disponibilidade 24h: 96,2 % | n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro) | | | |
| | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 361 | 0 | 0 | 0 |
| | média anual: 18,7 µg/m ³ | | | |
| | média diária máxima: 57,0 µg/m ³ (em 10 de maio de 2007) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias diárias: zero | | | |
| SO₂ Estação: Curitiba, Santa Cândida Disponibilidade 24h: 97,0% | n° de classificações das médias diárias (janeiro- dezembro) | | | |
| | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 354 | 0 | 0 | 0 |
| | média anual : 1,9 µg/m | | | |
| | média diária máxima: 6,1 µg/m ³ (em 31 de dezembro de 2007) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias diárias: zero | | | |
| SO₂ Estação: Curitiba, Boqueirão Disponibilidade 24h: 79,2 %(¹) | n° de classificações das médias diárias (janeiro - outubro) | | | |
| | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 289 | 0 | 0 | 0 |
| | média anual: 6,1 µg/m ³ (¹) | | | |
| | média diária máxima: 56,4 µg/m ³ (em 13 de julho de 2007) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias diárias: zero | | | |
| SO₂ Estação: Curitiba, Praça Ouvidor Pardinho Disponibilidade 24h: 94,8 % | n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro) | | | |
| | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 342 | 4 | 0 | 0 |
| | média anual: 7,0 µg/m ³ | | | |
| | média diária máxima: 255,8 µg/m ³ (em 11 de março de 2007) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias diárias: zero | | | |

Nota: 1) não atende ao critério de representatividade

Tabela 10: Resultados do monitoramento de SO₂ em Araucária

| Monitoramento de SO ₂ no ano de 2007 | | | | |
|---|--|----------------|-------------------|-----------|
| SO₂ Estação: Araucária Assis automática Disponibilidade 24h: 96,7% | n° de classificações das médias diárias | | | |
| | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 353 | 0 | 0 | 0 |
| | média anual: 6,6 µg/m ³ (janeiro-dezembro) | | | |
| | média diária máxima: 52,4 µg/m ³ (em 28 de novembro de 2007) | | | |
| n° de ultrapassagens das médias diárias: zero | | | | |
| SO₂ Estação: Araucária, Assis manual Disponibilidade 24h: 98,9% | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 361 | 0 | 0 | 0 |
| | média anual: 18,7 µg/m ³ (janeiro-dezembro) | | | |
| | média diária máxima: 56,0 µg/m ³ (em 26 de janeiro de 2007) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias diárias: zero | | | |
| SO₂ Estação: Araucária, Seminário Disponibilidade 24h: 100 % | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 364 | 1 | 0 | 0 |
| | média anual: 20,2 µg/m ³ (janeiro – dezembro) | | | |
| | média diária máxima: 85,0 µg/m ³ (em 11 de maio de 2007) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias diárias: zero | | | |
| SO₂ Estação: Araucária, São Sebastião Disponibilidade 24h: 98,9 % | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 361 | 0 | 0 | 0 |
| | média anual: 23,2 µg/m ³ (janeiro – dezembro) | | | |
| | média diária máxima: 68,0 µg/m ³ (em 5 de novembro de 2007) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias diárias: zero | | | |
| SO₂ Estação: Araucária CISA Disponibilidade 24h: 86,6% | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 302 | 14 | 0 | 0 |
| | média anual: 21,1 µg/m ³ (janeiro – dezembro) | | | |
| | média diária máxima: 255,8 µg/m ³ (em 11 de março de 2007) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias diárias: zero | | | |
| SO₂ Estação: Araucária UEG Disponibilidade 24h: 88,8% | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 324 | 0 | 0 | 0 |
| | média anual: 4,4 µg/m ³ (janeiro - dezembro) | | | |
| | média diária máxima: 48,0 µg/m ³ (em 5 de novembro de 2007) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias diárias: zero | | | |
| SO₂ Estação: Araucária REPAR Disponibilidade 24h: 100% | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 343 | 22 | 0 | 0 |
| | média anual: 18,9 µg/m ³ (janeiro- dezembro) | | | |
| | média diária máxima: 326,4 µg/m ³ (em 8 de fevereiro de 2007) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias diárias: zero | | | |

Nota: 1) não atende ao critério de representatividade

Diferente dos poluentes PTS e PI, que apresentam os valores mais críticos no período de inverno, temos no caso de SO₂, nas Estações CSN-CISA e REPAR um número maior de classificações REGULARES entre os meses de janeiro à junho e agosto à dezembro,

provavelmente devido a uma contribuição de atividades industriais, como mostrado nos Gráficos 11 e 12.

Gráfico 11: Classificação das médias diárias para SO_2 na Estação CISA no ano de 2007

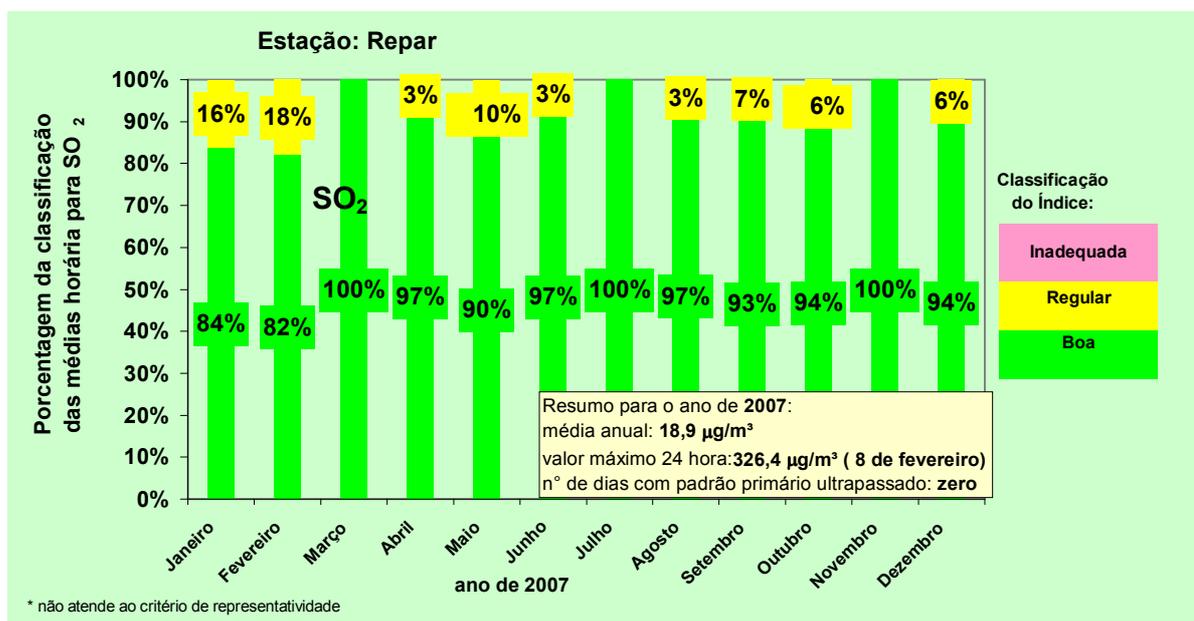
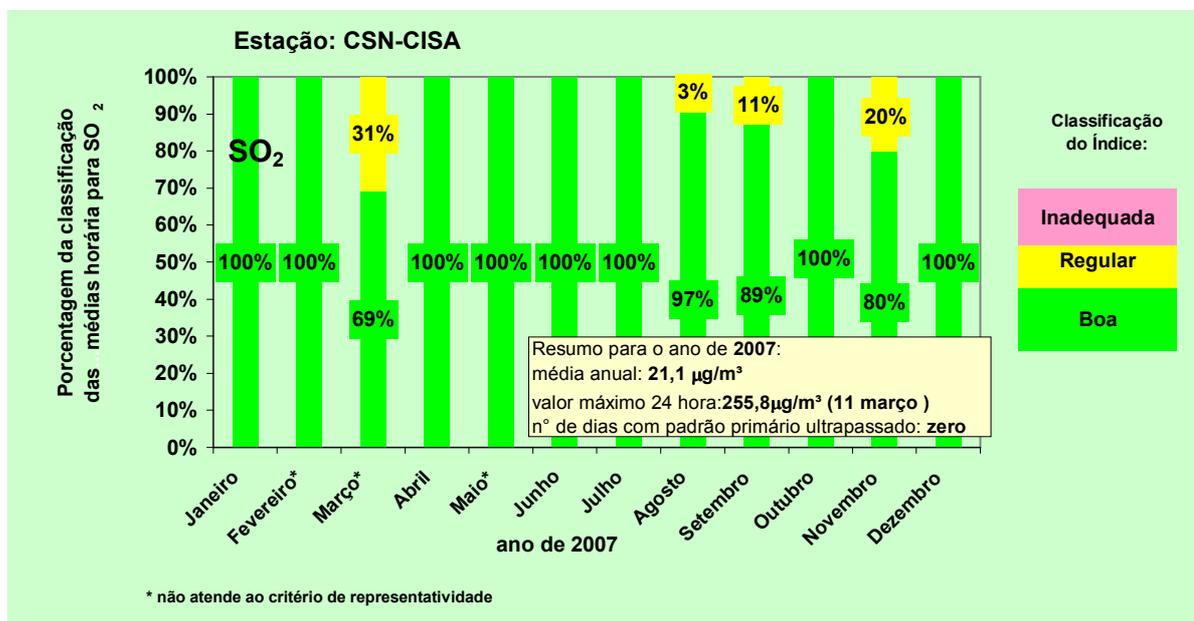


Gráfico 12: Classificação das médias diárias para SO_2 na Estação REPAR no ano de 2007

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 Pardiniho e 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 Pardiniho apresentou problemas não sendo possível apresentar resultados. Nas demais Estações foram observados 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 Pardiniho 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 Pardiniho , 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 Pardiniho e Boqueirão e em Araucária nas Estações UEG , REPAR e CSN-CISA. Na Estação 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 classificação BOA..

Tabela 11: Resultados do monitoramento de CO

| Monitoramento de CO no ano de 2007 | | | | |
|--|---|----------------|-------------------|-----------|
| CO Estação: Curitiba, Boqueirão | n° de classificações das médias para 8 horas (janeiro – outubro) | | | |
| | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 589 | 22 | 0 | 0 |
| | média horária máxima: 10879 µg/m ³ (em 1 de agosto de 2007, às 20-21 hs) | | | |
| | média máxima 8 horas: 7973 µg/m ³ (em 1 de agosto de 2007, às 16-24 hs) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias horárias e de 8 horas: zero | | | |
| Disponibilidade 1h: 55,8 % ⁽¹⁾ | | | | |
| | CO Estação: Araucária, CSN-CISA | | | |
| | n° de classificações das médias para 8 horas (janeiro - julho) | | | |
| | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 467 | 0 | 0 | 0 |
| | média horária máxima: 5268 µg/m ³ (em 1 de março de 2007, às 16-24 hs) | | | |
| média máxima 8 horas: 3335 µg/m ³ (em 12 de março de 2007, às 16-24 hs) | | | | |
| n° de ultrapassagens das médias horárias e de 8 horas: zero | | | | |
| Disponibilidade 1h: 42,6 % ⁽¹⁾ | | | | |
| | CO Estação: Araucária, UEG | | | |
| | n° de classificações das médias para 8 horas (janeiro - dezembro) | | | |
| | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 1016 | 0 | 0 | 0 |
| | média horária máxima: 8360 µg/m ³ (em 5 de junho de 2007, às 18--19 hs) | | | |
| média máxima 8 horas: 4352 µg/m ³ (em 5 de junho de 2007, às 16-24 hs) | | | | |
| n° de ultrapassagens das médias horárias e de 8 horas: zero | | | | |
| Disponibilidade 1h: 92,8 % | | | | |
| | CO Estação: Araucária, REPAR | | | |
| | n° de classificações das médias para 8 horas (janeiro -dezembro) | | | |
| | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 1020 | 0 | 0 | 0 |
| | média horária máxima: 4810 µg/m ³ (em 28 de dezembro de 2007, às 06-07 hs) | | | |
| média máxima 8 horas: 3894 µg/m ³ (em 28 de dezembro de 2007 às 00-08 hs) | | | | |
| n° de ultrapassagens das médias e de 8 horas: zero | | | | |
| Disponibilidade 1h: 93,2 % | | | | |
| | CO Estação: Curitiba, Pardiniho | | | |
| | n° de classificações das médias para 8 horas (janeiro – abril) | | | |
| | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 277 | 0 | 0 | 0 |
| | média horária máxima: 5268 µg/m ³ (em 1 de março de 2007, às 16-17 hs) | | | |
| média máxima 8 horas: 3335 µg/m ³ (em 12 de março de 2007, às 16-24 hs) | | | | |
| n° de ultrapassagens das médias horárias e de 8 horas: zero | | | | |
| Disponibilidade 1h: 25,3 % ⁽¹⁾ | | | | |

3.2.6 Ozônio (O₃)

As concentrações de O₃ foram registradas em todas as estações automáticas. As **Tabelas 12 e 13** apresentam 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 2007 | | | | |
|---|--|----------------|-------------------|-----------|
| O₃ Estação: Curitiba Boqueirão disponibilidade 1h: 80,5 % | n° de classificações das médias horárias (janeiro – outubro) | | | |
| | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 6894 | 162 | 0 | 0 |
| | média horária máxima: 140,1 µg/m ³ (em 15 de setembro de 2007, às 14-15 hs) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias horárias: zero | | | |
| O₃ Estação: Curitiba Praça Ouvidor Pardinho Disponibilidade 1h: 97,7 % | n° de classificações das médias horárias (janeiro - dezembro) | | | |
| | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 8555 | 250 | 1 | 0 |
| | média horária máxima: 171,9 µg/m ³ (em 8 de setembro de 2007, às 15-16 hs) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias horárias: uma | | | |
| O₃ Estação: Curitiba Santa Cândida Disponibilidade 1h: 94,1 % | n° de classificações das médias horárias (janeiro - dezembro) | | | |
| | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 8011 | 235 | 0 | 0 |
| | média horária máxima: 145,7 µg/m ³ (em 15 de outubro de 2007 às 14-15 hs) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias horárias: zero | | | |

Tabela 13: Resultados do monitoramento de O₃ em Araucária

| Monitoramento de O ₃ no ano de 2007 | | | | |
|--|--|----------------|-------------------|-----------|
| O₃ Estação: Araucária Assis automática Disponibilidade 1h: 85,5 % | n° de classificações das médias horárias (janeiro- dezembro) | | | |
| | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 7370 | 146 | 3 | 0 |
| | média horária máxima: 195,3 µg/m ³ (em 15 de setembro de 2007, às 13-14 hs) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias horárias: tres | | | |
| O₃ Estação: Araucária CISA Disponibilidade 1h: 87,7 % | n° de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro) | | | |
| | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 7567 | 114 | 1 | 0 |
| | média horária máxima: 176,9 µg/m ³ (em 8 de setembro de 2007, às 15-16 hs) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias horárias: uma | | | |
| O₃ Estação: Araucária UEG Disponibilidade 1h: 93,3 % | n° de classificações das médias horárias (janeiro-dezembro) | | | |
| | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 8009 | 16 | 1 | 0 |
| | média horária máxima: 181,2 µg/m ³ (em 8 de setembro de 2007, às 15-16 hs) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias horárias: uma | | | |
| O₃ Estação: Araucária REPAR Disponibilidade 1h: 94,7 % | n° de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro) | | | |
| | BOA | REGULAR | INADEQUADA | MÁ |
| | 8328 | 31 | 0 | 0 |
| | média horária máxima: 121 µg/m ³ (em 24 de novembro de 2007, às 16-24 hs) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias horárias: zero | | | |

O número de violações para este poluente caiu de 524 no ano de 2000 para 129 em 2001, 16 em 2002, 9 em 2003, obtivemos um aumento para 18 violações em 2004, uma diminuição para 11 de violações em 2005 e uma diminuição para 02 violações em 2006. Em 2007 houve um pequeno aumento sendo registradas 06 violações para este parâmetro sendo 05 violações em Araucária: 03 violações na Estação Assis, 01 violação na Estação CISA e 01 violação na Estação UEG. Em Curitiba foi observada 01 violação na Estação Pardiniho. . Todas as 06 violações ocorrem no mês de setembro e no mesmo dia (08).

Nos Gráficos 13 vemos a distribuição da classificação do Índice de qualidade do ar para ozônio durante o ano de 2007 no local onde foram registradas o maior número de violações na Estação Assis.

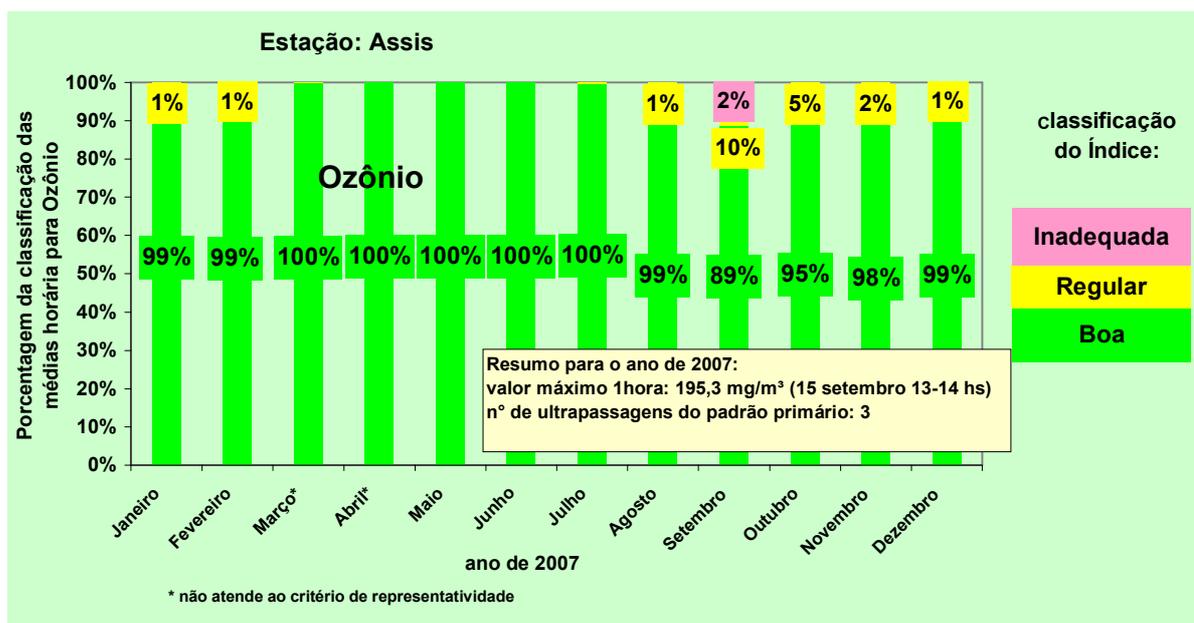


Gráfico 13: Classificação das médias horárias para **Ozônio** na Estação Assis automática

3.2.7 Dióxido de Nitrogênio (NO₂)

As concentrações de NO₂ foram registradas nas 7 estações automáticas. Na **Tabela 14** estão apresentados os números de classificações das médias horárias, as médias horárias máximas e as médias anuais destas estações.

Tabela 14: Resultados do monitoramento de NO₂

| monitoramento de NO ₂ no ano de 2007 | | | | |
|---|---|---------------------|----------------------|--------------|
| NO₂ Estação: Curitiba Boqueirão Disponibilidade 1h: 74,6 % ¹⁾ | n° de classificações das médias horárias (janeiro - outubro) ¹⁾ | | | |
| | BOA: 6468 | REGULAR: 65 | INADEQUADA: 0 | MÁ: 0 |
| | média anual: 22,5 µg/m ³ | | | |
| | média horária máxima: 293,2 µg/m ³ (em 15 de janeiro de 2007 às 02-03 hs) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias horárias: zero | | | |
| NO₂ Estação: Curitiba Pça Ouvidor Pardinho Disponibilidade 1h: 85,2 % | n° de classificações das médias horárias (janeiro - dezembro) | | | |
| | BOA: 7063 | REGULAR: 398 | INADEQUADA: 1 | MÁ: 0 |
| | média anual: 40,3 µg/m ³ | | | |
| | média horária máxima: 471,94 µg/m ³ (em 30 de outubro de 2007 às 08-16 hs) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias horárias: uma | | | |
| NO₂ Estação: Araucária Assis automática Disponibilidade 1h: 98,2 % | n° de classificações das médias horárias (janeiro - dezembro) | | | |
| | BOA: 8556 | REGULAR: 48 | INADEQUADA: 0 | MÁ: 0 |
| | média anual: 22,4 µg/m ³ | | | |
| | média horária máxima: 212,9 µg/m ³ (em 6 de junho de 2007 às 09-10 hs) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias horárias: zero | | | |

| | | | | |
|---|--|---------------------|----------------------|--------------|
| NO₂ Estação: Araucária CSN-CISA Disponibilidade 1h: 75,9 % ¹⁾ | n° de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro) ¹⁾ | | | |
| | BOA: 7380 | REGULAR: 122 | INADEQUADA: 0 | MÁ: 0 |
| | média anual: 38,1 µg/m ³ | | | |
| | média horária máxima: 297,1 µg/m ³ (em 21 de dezembro de 2007 às 23-24 hs) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias horárias: zero | | | |
| NO₂ Estação: Araucária REPAR Disponibilidade 1h: 99,6 % | n° de classificações das médias horárias (janeiro - dezembro) | | | |
| | BOA: 8641 | REGULAR: 82 | INADEQUADA: 0 | MÁ: 0 |
| | média anual: 25,0 µg/m ³ | | | |
| | média horária máxima: 303,5 µg/m ³ (em 6 de janeiro de 2007 às 09-10 hs) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias horárias: zero | | | |
| NO₂ Estação: Araucária UEG Disponibilidade 1h: 88,0 % | n° de classificações das médias horárias (janeiro –dezembro) | | | |
| | BOA: 7253 | REGULAR: 457 | INADEQUADA: 0 | MÁ: 0 |
| | média anual: 40,8 µg/m ³ | | | |
| | média horária máxima: 306,7 µg/m ³ (em 8 de novembro de 2007 às 07-08 hs) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias horárias: zero | | | |
| NO₂ Estação: Curitiba Santa Candida Disponibilidade 1h: 86,5 % | n° de classificações das médias horárias (janeiro –dezembro) | | | |
| | BOA: 7570 | REGULAR: 6 | INADEQUADA: 0 | MÁ: 0 |
| | média anual: 15,8 µg/m ³ | | | |
| | média horária máxima: 176,7 µg/m ³ (em 30 de novembro de 2007 às 09-10 hs) | | | |
| | n° de ultrapassagens das médias horárias: zero | | | |

Nota: 1) não atende ao critério de representatividade

Em 2007 houve uma diminuição do número de violações no parâmetro **NO₂** comparativamente com o ano de 2006 quando foram registradas 21 violações, sendo: 10 na Estação Pardiniho, 07 na Estação Boqueirão, 02 na Estação REPAR e 02 na Estação CIC. Em 2007 foi registrada apenas 01 violação na Estação Pardiniho sendo observadas 97,6% das médias horárias na classificação BOA, 2,3 % na classificação REGULAR e 0,010 % na classificação INADEQUADA. Foi registrada a máxima concentração horária de NO₂ no mês de outubro (dia 30), como mostrado no **Gráfico 14**.

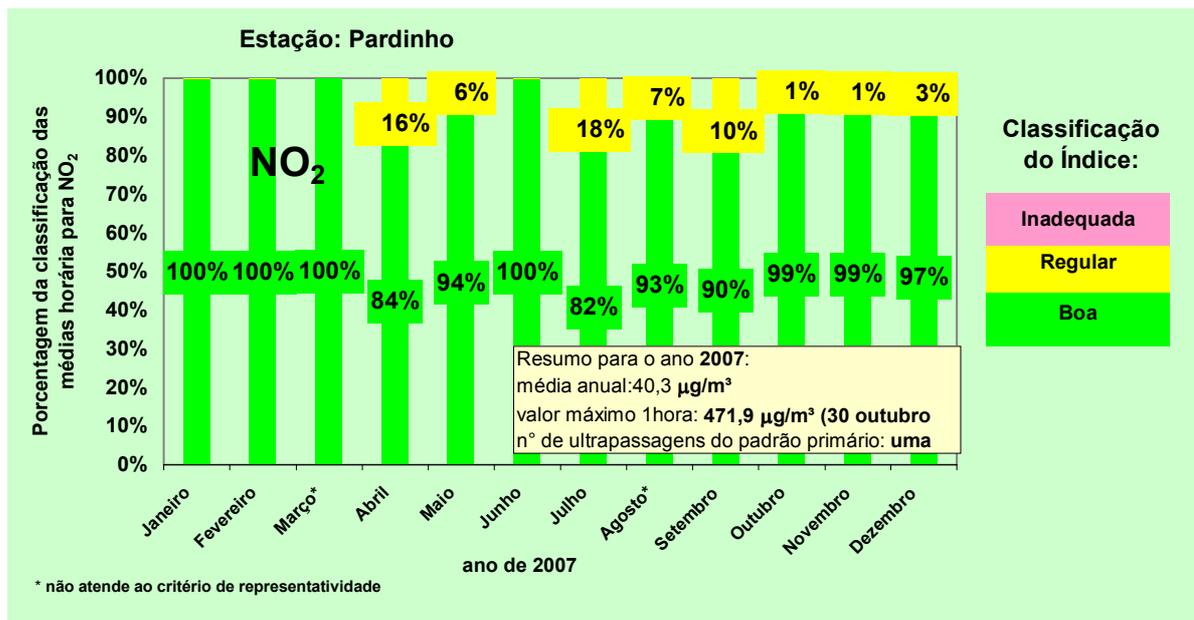


Gráfico 14: Classificação das médias horárias para NO₂ na Estação Praça Ouvidor Pardiniho

3.3 REGISTROS DE DIAS COM QUALIDADE DO AR INADEQUADA

Registros de dias com violações dos padrões da qualidade

Comparando-se os dados obtidos na rede de Monitoramento da Qualidade do Ar na Região Metropolitana verificamos que o número de dias onde foram registradas violações nos padrões de qualidade diminuiu de 97, no ano de 2000, para 35, no ano de 2001, 10 no ano de 2002, 19 no ano de 2003, registrou um aumento para 64 no ano de 2004, diminuiu para 28 no ano 2005 e teve um aumento para 37 dias, se não considerados os dados da Estação Colombo e 73 dias com a inclusão destes dados em 2006. No ano de 2007 obtivemos uma diminuição para 9 dias, se não considerados os dados da Estação Colombo e 55 dias considerando estes dados, como mostrado no **Gráfico 15**.

A diminuição do número de registros de dias com violação foi devido a diminuição de violações registradas nas Estações localizadas em Curitiba e Araucária. A Estação Colombo ao contrário apresentou um aumento no número de registro de dias de violação sendo a principal responsável pelas violações observadas.

A maioria dos dias de violações 94,5% ocorreu nos períodos de inverno e no início da primavera (maio a setembro) quando as condições de dispersão dos poluentes são mais desfavoráveis e que coincidiram com ausência de quantidade de chuvas, o que resultou em uma diminuição na qualidade do ar.

Entre maio e setembro foram registradas 55 violações do padrão para PTS (27 na Estação COL e 01 na REPAR), 19 violações do padrão para PI, 1 violação do padrão para NO₂, 06 violações do padrão para O₃, 01 violação do padrão Fumaça e vários registros máximos por estação:

- Máximas de PTS nas estações COL, CSN-CISA e REPAR

- Máximas de Fumaça nas estações STC, SS, ASS man e SEM
- Máximas de PI nas estações PAR ,BOQ ,UEG, CSN-CISA.REPAR e COL
- Máximas de CO nas estações CSN-CISA e UEG
- Máximas de NO₂ nas estações CSN-CISA, ASS aut, PAR, BOQ e REPAR.

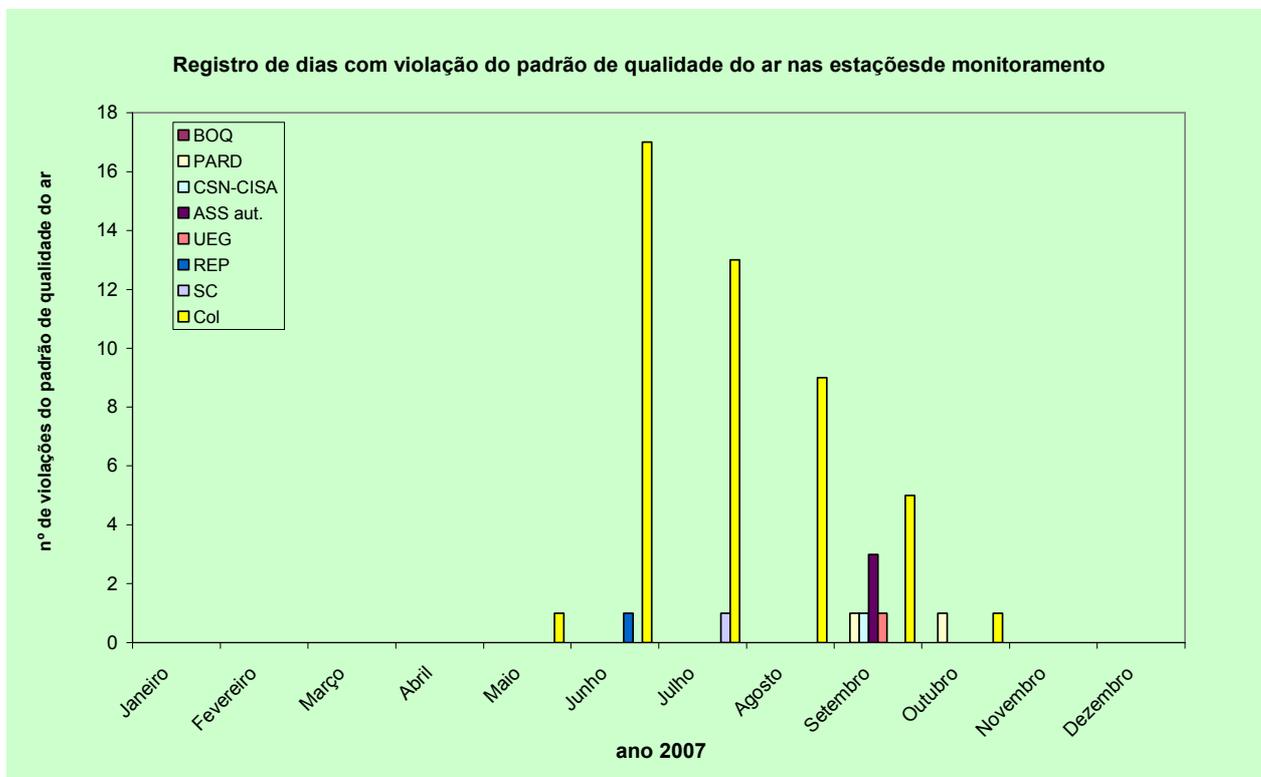


Gráfico 15: Dias com o ar classificado como de qualidade inadequada

Tabela 17: Registros de dias com violações dos padrões de qualidade do ar no ano de 2007- por mês e estação

| | STC | BOQ | PARD | CSN-CISA | ASS aut. | UEG | REP | SC | SS | ASS man | Col |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Janeiro | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fevereiro | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Março | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Abril | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Maio | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Junho | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 17 |
| Julho | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 13 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| Setembro | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Outubro | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Novembro | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Dezembro | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ano de 2007 | 0 | 0 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 46 |

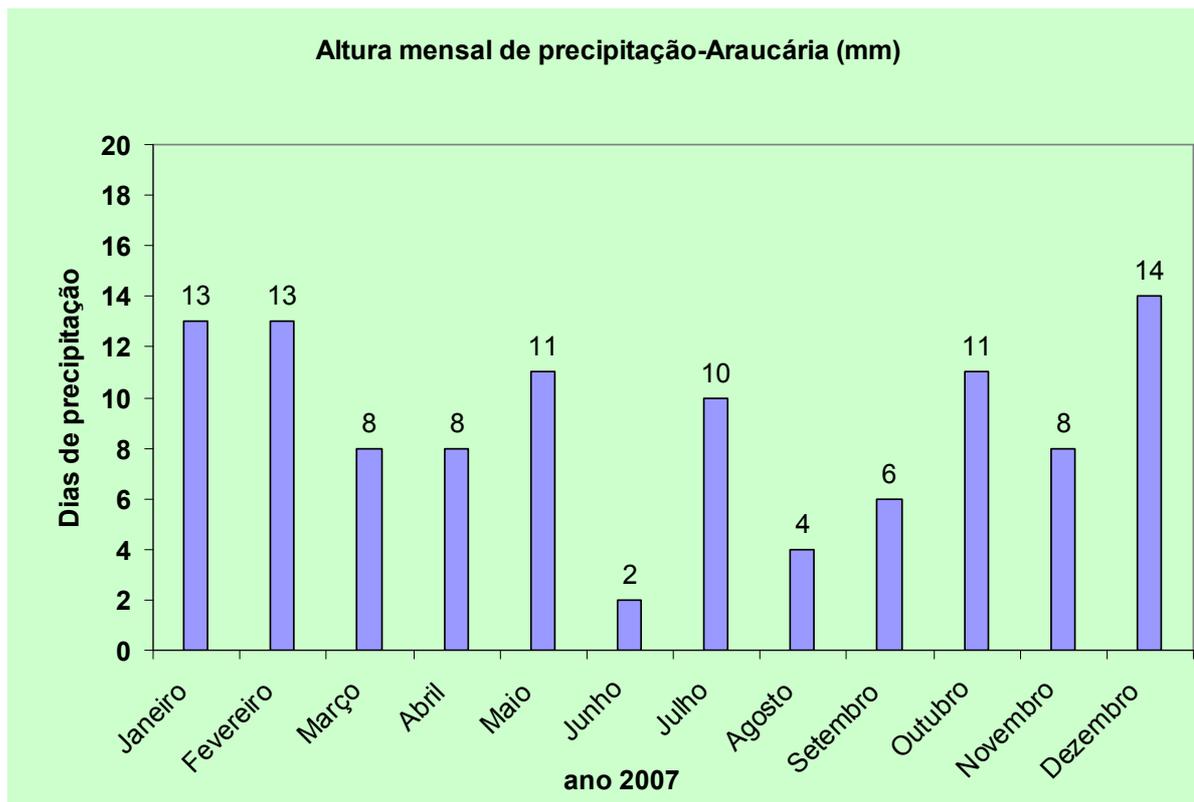


Gráfico 16: Registro de dias com alturas de precipitação(mm) no decorrer do ano de 2007

Os três dias da Estação Assis foram assim enquadrados por causa do poluente O_3 .

O dia da Estação REPAR foi assim enquadrado por causa do poluente PTS.

O dia da Estação CSN-CISA com violação foi assim enquadrado por causa do poluente O_3 .

O dia da Estação Santa Casa com violação foi assim enquadrado por causa do poluente Fumaça.

O dia da Estação UEG foram assim enquadrados por causa dos poluentes O_3 .

Os dois registros de dias com algum padrão de qualidade do ar violado da Estação PAR foram assim enquadrados pelos poluentes O_3 e NO_2 .

Os dezenove dias da Estação COL foram assim enquadrados por causa do parâmetro PI.

Os vinte e sete dias da Estação COL foram assim enquadrados por causa do parâmetro PTS .devido, entre outras causas, à contribuição de emissão de particulados de inúmeras indústrias de cal e calcareo na região do entorno.

4 CONCLUSÃO

A avaliação dos resultados obtidos na Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar da Região Metropolitana de Curitiba, neste ano de 2007, deve considerar que as Estações localizadas nos Municípios de Curitiba e Araucária possuem um histórico maior de operação comparativamente à Estação Colombo, instalada em 2006 e com monitoramento ampliado para 2 parâmetros em 2007 (PTS e PI).

Considerando os dados históricos obtidos nas Estações localizadas nos Municípios de Curitiba e Araucária, observamos que o número de violações dos padrões foi 529 em 2000, 129 em 2001, 17 em 2002, 22 em 2003, 121 em 2004, 34 em 2005, 41 em 2006 e, neste ano de 2007, foram observadas 55 violações dos padrões de qualidade do ar. Os Índices de qualidade do ar nesta região permaneceram na maioria do tempo nas classificações BOA ou REGULAR com algumas observações na categoria INADEQUADA.

Na Estação manual instalada na área central do Município de Colombo foram observadas 46 violações, número este superior aos 36 dias registrados em 2006. Entretanto, deve ser considerado o aumento do número de parâmetros avaliados nesta Estação que passou a monitorar o parâmetro PI para o qual foram observadas 06 violações. Os resultados destes dois anos exigem a continuidade do monitoramento para obtenção de um número maior de dados comparativos. Deve ser observado que se trata de uma região com grande concentração de empreendimentos do setor de cal e calcareo, e que estes vêm gradativamente se enquadrando aos critérios da Resolução 054/06 SEMA. A continuidade do monitoramento poderá identificar os resultados das medidas de controle adotadas pelos empreendimentos.

De um modo geral, neste ano de 2007, a maior incidência de dias com violações ocorreu no período de inverno e início da primavera quando as condições de dispersão são desfavoráveis e que coincidiram com ausência de quantidade de chuvas, o que resultou numa diminuição na qualidade do ar.

As violações observadas para cada poluente foram:

- Vinte e oito para PTS : uma em Araucária e vinte e sete em Colombo
- uma para Fumaça
- dezoito para PI
- zero para SO₂
- zero para CO
- seis para O₃
- uma para NO₂.

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.

PTS:

Registramos um pequeno aumento no valor da média anual deste poluente de 2006 para 2007 em Araucária, nas Estações CSN-CISA e REPAR, de 46,4 para 47,7 µg/m³. Em 2006 foram observadas nove ultrapassagens enquadradas como INADEQUADA e a média anual foi de 45,9 µg/m³. Na estação CSN-CISA foram registradas três ultrapassagens enquadradas como INADEQUADA enquanto que no ano de 2005 não havia sido observada nenhuma violação. A média anual foi de 47,1 µg/m³ atendendo ao padrão anual de 80 µg/m³. Em 2007

foi observada uma ultrapassagem do padrão primário diário, enquadrada como INADEQUADA na Estação REPAR. A média anual na Estação REPAR para este parâmetro foi de $43,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Não foi observada nenhuma violação do parâmetro PTS nas Estações localizadas em Curitiba, onde foi registrada uma média anual de $75,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ano anterior: $70,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Em Colombo foram observadas vinte e sete ultrapassagens do parâmetro PTS sendo dezessete destas enquadradas como INADEQUADA, oito como MÁ e duas como PÉSSIMA. A média anual, entretanto, foi de $92,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ não atendendo ao padrão anual de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

O padrão anual é um indicador 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.

Fumaça:

A concentração deste poluente é na grande maioria das vezes de categoria BOA, não tendo sido observadas violações do padrão primário. Em Curitiba a média anual em 2007, comparada com a do ano anterior aumentou de $14,1$ para $19,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A concentração diária máxima desta estação em 2007 foi de $191,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ maior do que a do ano de 2006, quando foi registrado o valor de $89,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Em Araucária as médias anuais que se encontravam muito baixas em 2005, na faixa de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ subiram para $5,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

PI:

Com medições em seis estações as informações sobre este poluente ainda são reduzidas. Em Curitiba e Araucária não foram observadas violações do padrão diário sendo obtidas classificações de qualidade somente nas categorias BOA e REGULAR. Em Colombo foram observadas dezenove ultrapassagens do parâmetro PI sendo treze destas enquadradas como INADEQUADA, seis como MÁ. A média anual foi de $55,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que não 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.

SO₂:

Em Curitiba todos os registros foram enquadrados na categoria BOA. Em Araucária foram observados 36 registros na categoria REGULAR. Os registros na categoria REGULAR foram medidos nas Estações CSN-CISA (14) e na Estação REPAR (22).

CO:

Em Araucária, nas Estações CSN-CISA, REPAR e UEG 100 % das medidas (8 horas) foram enquadradas na categoria BOA. Dos valores obtidos em Curitiba na Estação Boqueirão 98,0% foram enquadrados na categoria BOA, 2,0% foram enquadrados na categoria REGULAR. Para a Estação Ouvidor Pardinho foram disponibilizados dados no período de janeiro a abril. O padrão de 1 hora não foi violado nem em Curitiba nem em Araucária.

O₃:

Para este parâmetro, em 2007, obtivemos um aumento no número de violações (06) que no ano anterior (02). Em Araucária foram registradas a maior parte das 05 violações sendo, 03 violações na Estação Assis, 01 violação na Estação Pardinho, 01 violação na Estação CSN-CISA. Da rede inteira 98,1% das médias enquadraram-se na categoria BOA, 1,93% REGULAR e 0,01 % na categoria INADEQUADA.

As concentrações altas de O_3 são causadas pela radiação solar que transforma os precursores, que são hidrocarbonetos e NO_x ($NO_x=NO+NO_2$), em O_3 . 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 O_3 , 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.

NO₂:

Em 2007 foi registrada apenas 01 violação do parâmetro NO_2 , número este menor que os 18 casos observados em 2006, quando 97,5% das medições foram classificadas como BOA, 2,4% na classificação REGULAR e 0,03% na categoria INADEQUADA. As 18 violações observadas foram nas Estações CIC (02), REPAR (01), Pardinho (09) e Boqueirão (06). A única violação observada em 2007 foi na Estação Pardinho. Na maior parte do tempo 97,4% foram observadas médias horárias na classificação BOA, 2,3% na classificação REGULAR, 0,30% na classificação INADEQUADA. O registro da violação deste poluente ocorreu no mês de outubro como mostra o **Gráfico 13**. A Estação Pardinho está localizada em área central, esta violação pode representar a contribuição da poluição veicular na região no entorno.

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 em 2002 quando do estabelecimento dos padrões de emissão para processos industriais através da Resolução 041/02 SEMA. Através das informações geradas no cumprimento ao estabelecido nesta Resolução, hoje atualizada como Resolução 054/06 SEMA, vem sendo consolidado um Inventário Estadual, instrumento indispensável à gestão da qualidade do ar.

2: Controle das fontes móveis:

Estão definidos pela União os critérios e controles para a emissão de poluentes para veículos novos, sendo de responsabilidade dos Estados o controle das emissões de veículos em uso. Foi elaborado um **Plano de Controle da Poluição por Veículos em Uso** para o Paraná, conforme previsto na legislação nacional e atualmente o mesmo encontra-se em avaliação para a implantação do **Programa de Inspeção e Manutenção de Emissões e Ruídos de Veículos em Uso**.

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. O monitoramento das emissões 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 foi regulamentado pela Resolução SEMA nº 041/02, hoje atualizada como Resolução SEMA 054/06. As atividades potencialmente poluidoras além do atendimento aos padrões estaduais de emissão devem realizar e informar periodicamente ao IAP o resultado de suas medições.

4: Planejamento de metas e medidas:

O Relatório Anual de Qualidade do Ar é um instrumento para avaliação de medidas estabelecidas para melhoria da qualidade do ar. Os resultados do atendimento por parte de fontes emissoras de poluentes atmosféricos ao estabelecido na Resolução 054/06 SEMA deve ser acompanhado nos resultados do monitoramento.

Com referência às fontes móveis quando da implantação de um **Programa de Inspeção e Manutenção de Emissões e Ruídos de Veículos em Uso** este também deverá resultar em melhoria da qualidade e ser motivo de acompanhamento de resultados obtidos. Em paralelo podem ser incentivadas 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

- 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. Muitos cruzamentos, mesmo no centro de Curitiba, não possuem sinalização para pedestres, o que além de apresentar uma falta de segurança, não contribui para que uma caminhada seja uma boa alternativa para a viagem motorizada. É possível oferecer mais conforto e segurança para as formas menos poluentes de transporte.

4.3 GÁS NATURAL VEICULAR (GNV) - UMA SOLUÇÃO PARA AS EMISSÕES VEICULARES?

Gás natural virou sinônimo de combustível limpo. Com razão, pois oferece vantagens ambientais na queima. Quais estas vantagens? A resposta é que depende do uso. Temos que diferenciar a resposta para o uso industrial e o uso veicular.

Na indústria, o uso de gás natural pode substituir um combustível líquido, como o óleo pesado, ou um combustível sólido, como a lenha. A vantagem em termos ambientais do gás natural é que a sua queima não libera material particulado (MP), nem SO_2 para a atmosfera, como é o caso de indústrias que queimam óleo pesado (emissão de MP e SO_2) ou lenha (emissão de MP). Por isso merece ser chamado de combustível limpo.

O uso de gás natural em veículos tampouco libera material particulado ou SO_2 para a atmosfera, como na indústria. Só que a queima de gasolina também não libera estas substâncias, resultando, portanto o uso de gás numa vantagem nula para o meio ambiente. A diferença surge ao consideramos o NO_x . Esta substância é formada durante a queima, devido à temperatura elevada, e é liberada por todos os processos de queima, relativamente independente do combustível. A indústria geralmente não tem equipamentos de remoção para NO_x , enquanto que os veículos mais novos sim: o catalisador. Ele converte NO_x em Nitrogênio, que é inofensivo. Para um bom funcionamento do catalisador, é necessária uma mistura de combustível com o ar numa proporção definida, chamada estequiométrica. Através de um sensor de oxigênio, depois do motor, a injeção eletrônica consegue ajustar esta mistura estequiométrica. Acontece que certas conversões para gás natural desligam este ajuste eletrônico da mistura e, como conseqüência, o desempenho do catalisador pode cair consideravelmente. Então é possível, que um veículo com catalisador, movido a gás, emita mais NO_x pelo cano de escape do que um movido à gasolina e com bom funcionamento do catalisador. Porém, uma vantagem evidente para veículos a gás é verificada quando nos referimos às emissões por evaporação, pois as substâncias do gás natural, basicamente metano, são inofensivas quando comparadas com as da gasolina e não contribuem para a formação de Ozônio.

Enfim, o gás natural tem potencial para ser um combustível mais limpo do que a gasolina. Porém, como o uso de gás natural para veículos é liberado de forma geral, não é exigido atualmente um exame das emissões do veículo convertido, basta que a conversão seja feita numa oficina credenciada. Por isso não sabemos informar em termos quantitativos sobre a vantagem do GNV. Seria bom examinar alguns veículos antes e depois da conversão. Feitos os exames, poderemos responder com objetividade e de forma quantitativa a questão: "Em quanto os veículos a gás podem contribuir para diminuir as emissões veiculares e desta forma proteger o nosso valioso bem comum, o ar?".

5 BIBLIOGRAFIA

COMEC: Página da Internet “O que é a RMC”, março de 2007

DETRAN-PR, COORDENADORIA DE VEÍCULOS; IBGE/IPARDES: ÍNDICE DE MOTORIZAÇÃO NO ESTADO DO PARANÁ - 1998 a 2007

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.

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

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 por neumonia. Boletín Oficial Sanidad Panamericana 110, 199-206, 1991.

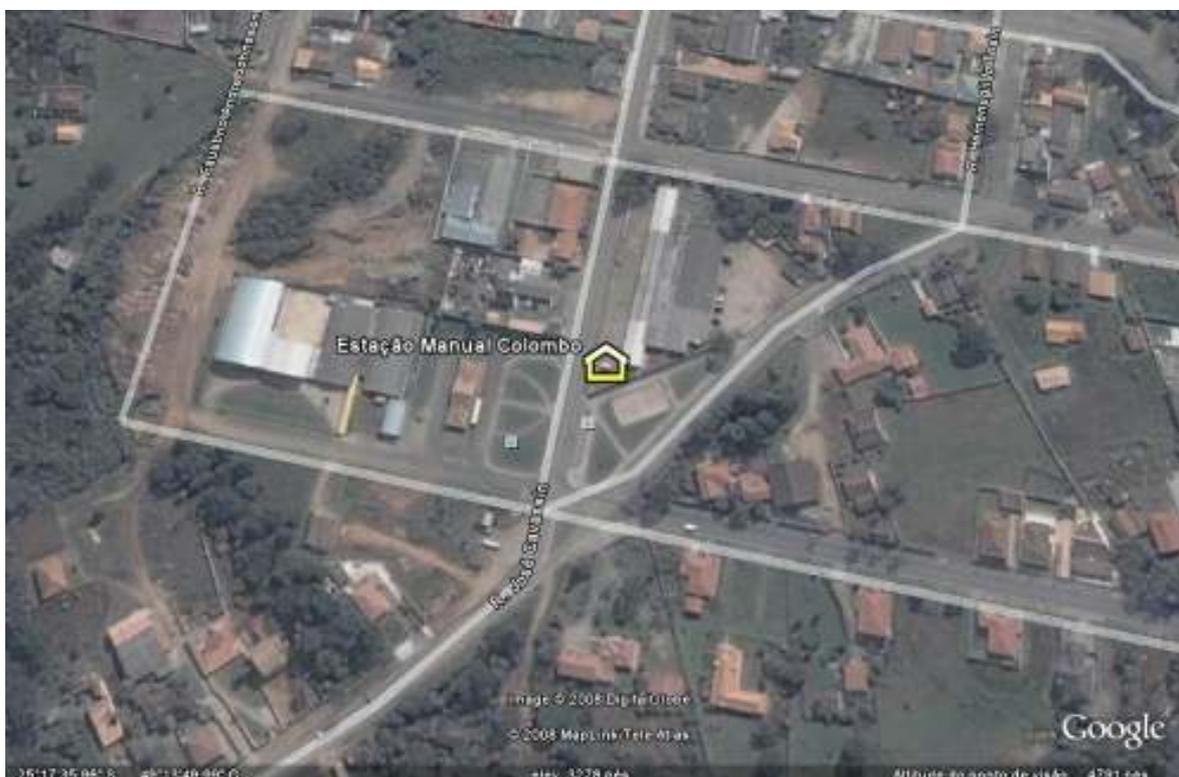
SALDIVA PHN, POPE CA III, SCHWARTZ J, DOCKERY DW, LICHTENFELDS AJ, SALGE JM BARONE Y, BOHM GM: Air pollution and mortality in elderly people: a time series study in São Paulo, Brazil. Archives of Environmental Health 50: 159-164, 1995.

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 Cândida
- Estação automática: Praça Ouvidor Pardiniho
- Estação automática: Boqueirão
- Estação manual: Santa Casa
- Estação automática e manual: Assis
- Estação automática: UEG
- Estação automática: CISA
- Estação automática: REPAR
- Estação manual: Seminário
- Estação manual: São Sebastião



Estação Manual Colombo



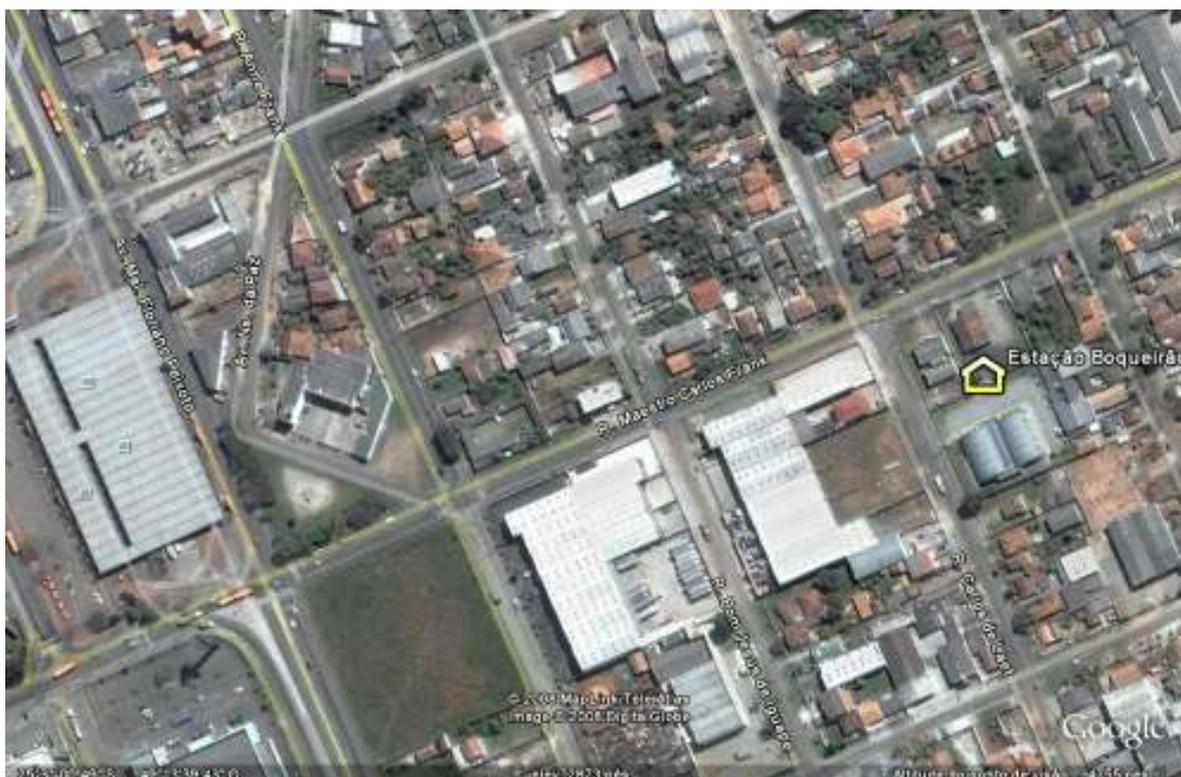
Estação Automática Santa Candida



Estação Automática Ouvidor Pardinho



Estação Manual Santa Casa



Estação automática Boqueirão



Estação automática e manual: Araucária Assis



Estação automática: Araucária UEG



Estação automática: Araucária CSN-CISA



Estação automática: Araucária REPAR



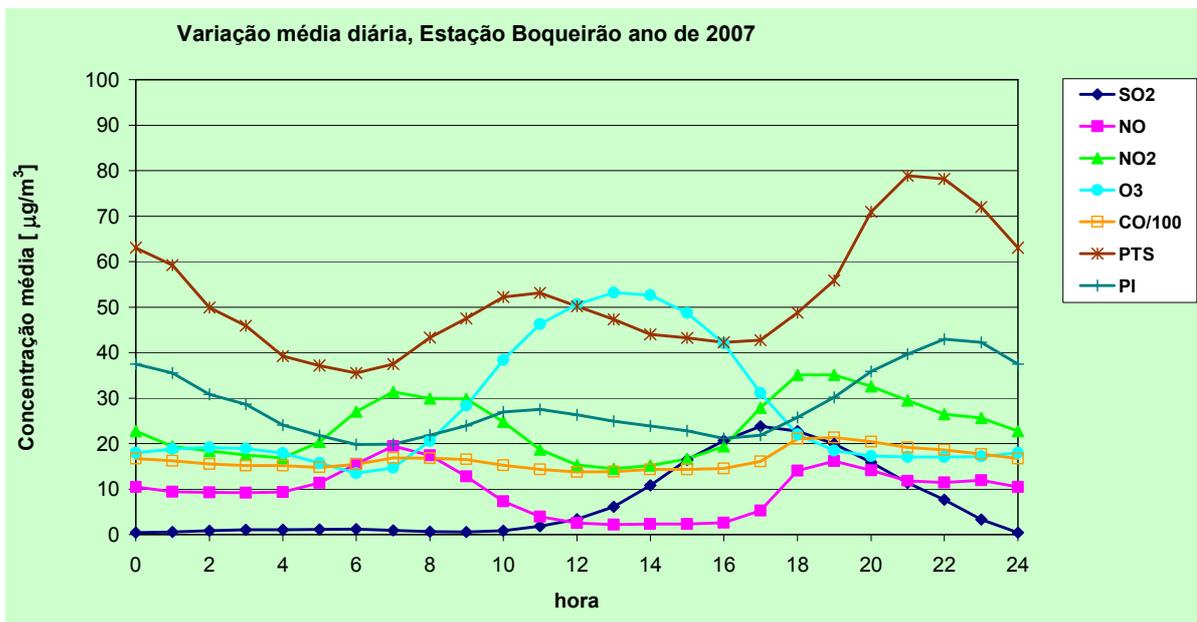
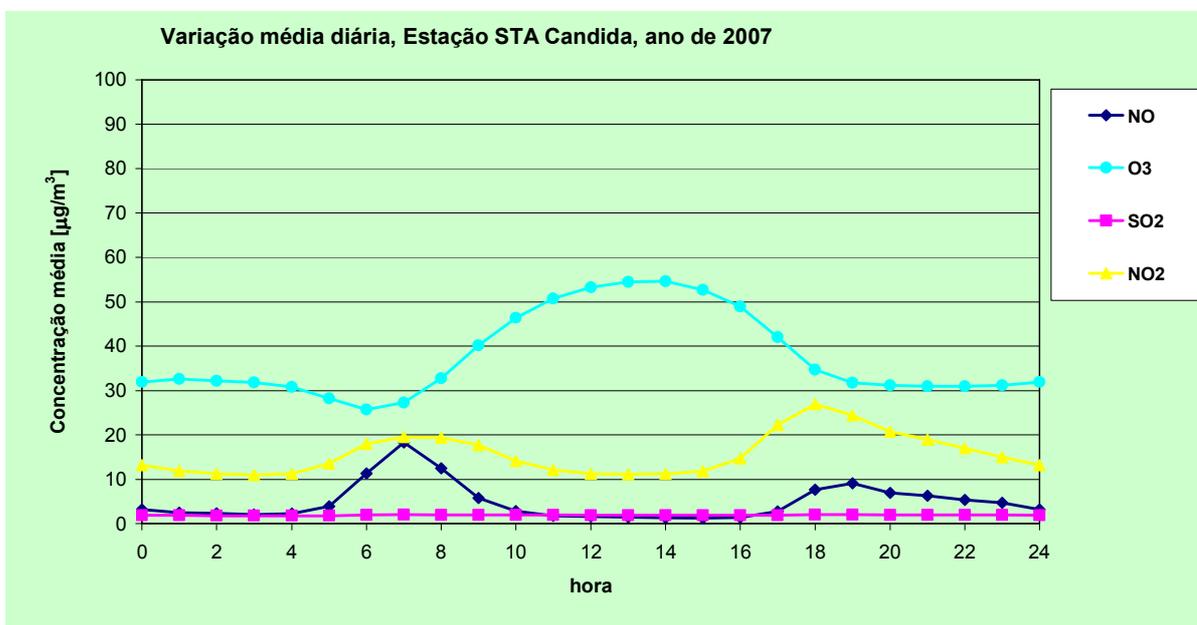
Estação manual: Araucária Seminário

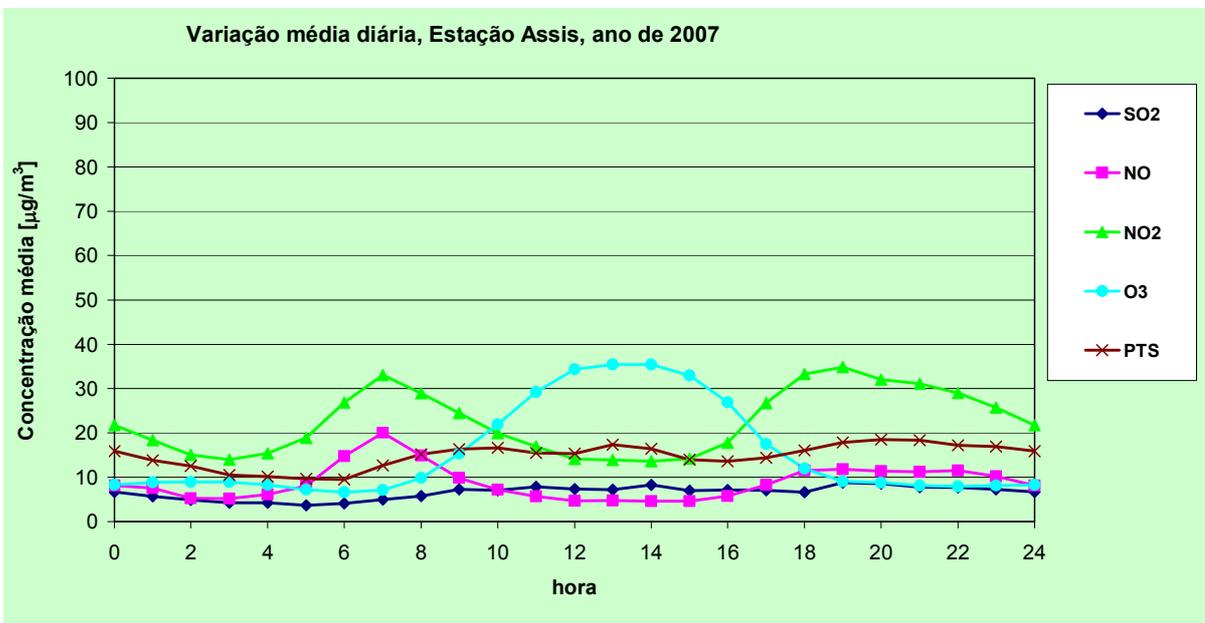
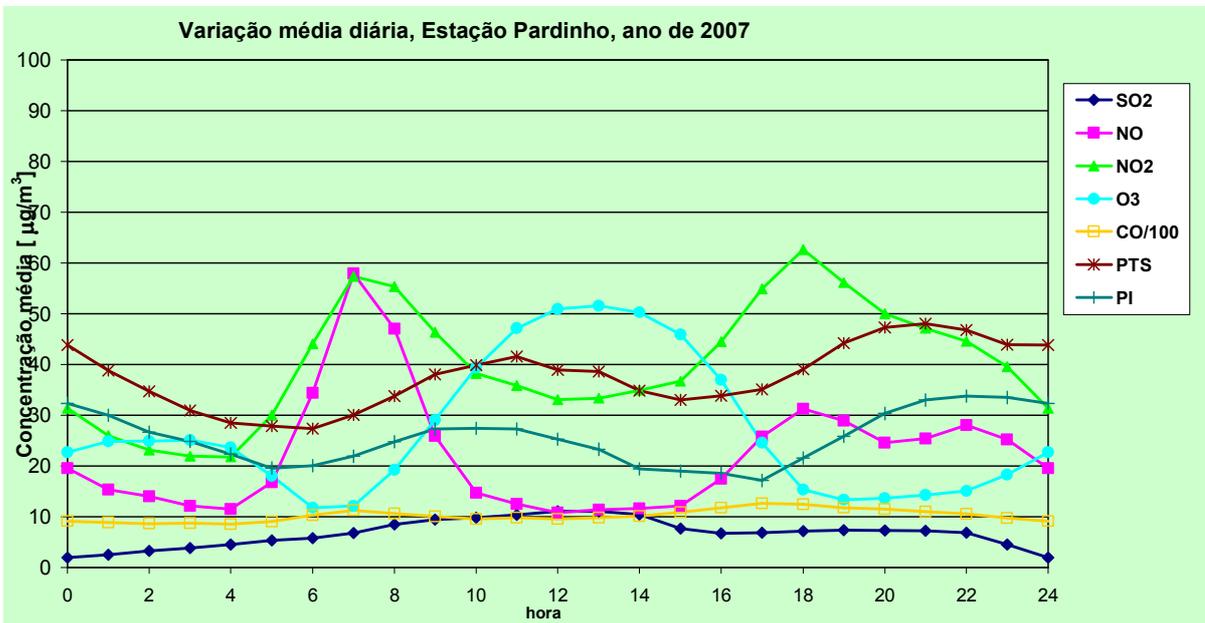


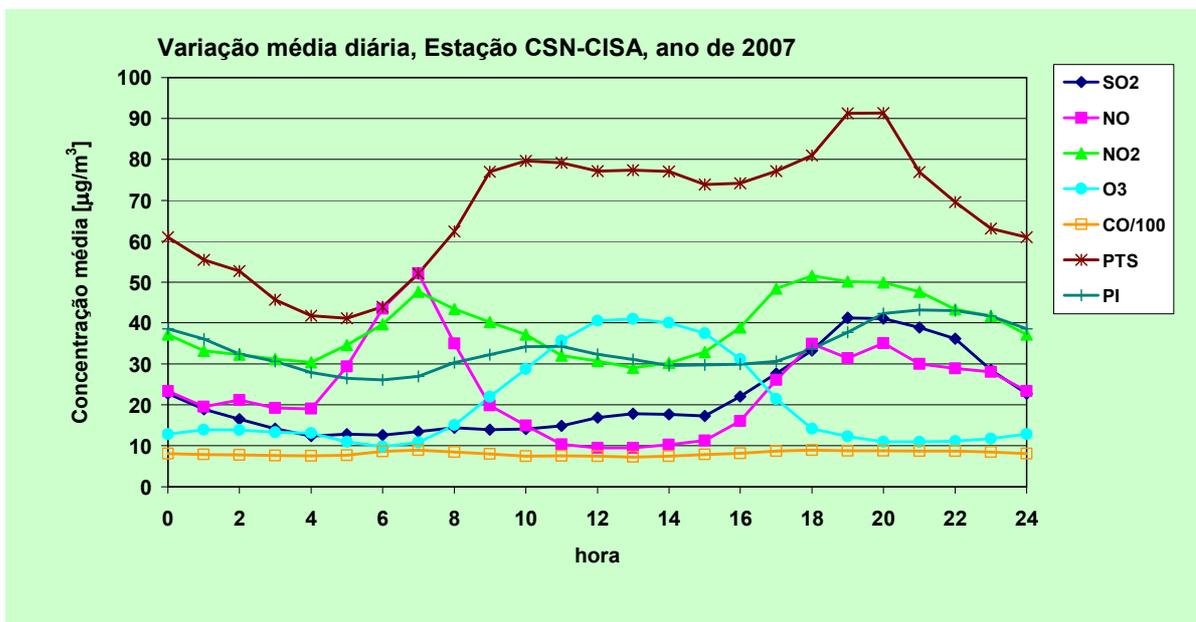
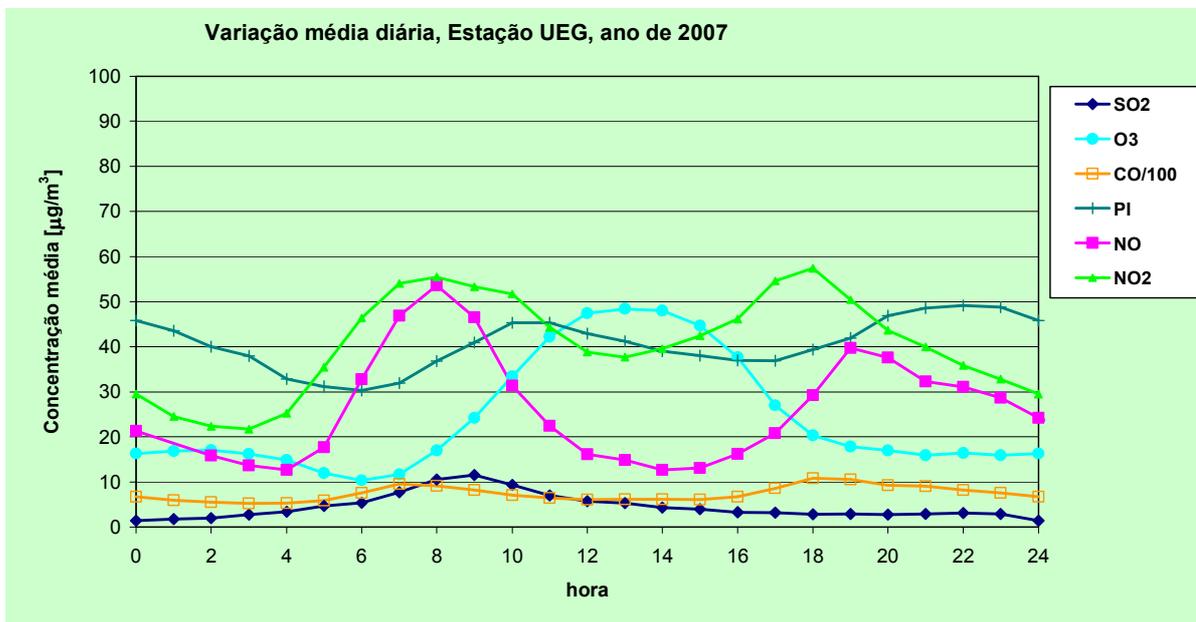
Estação manual: Araucária São Sebastião

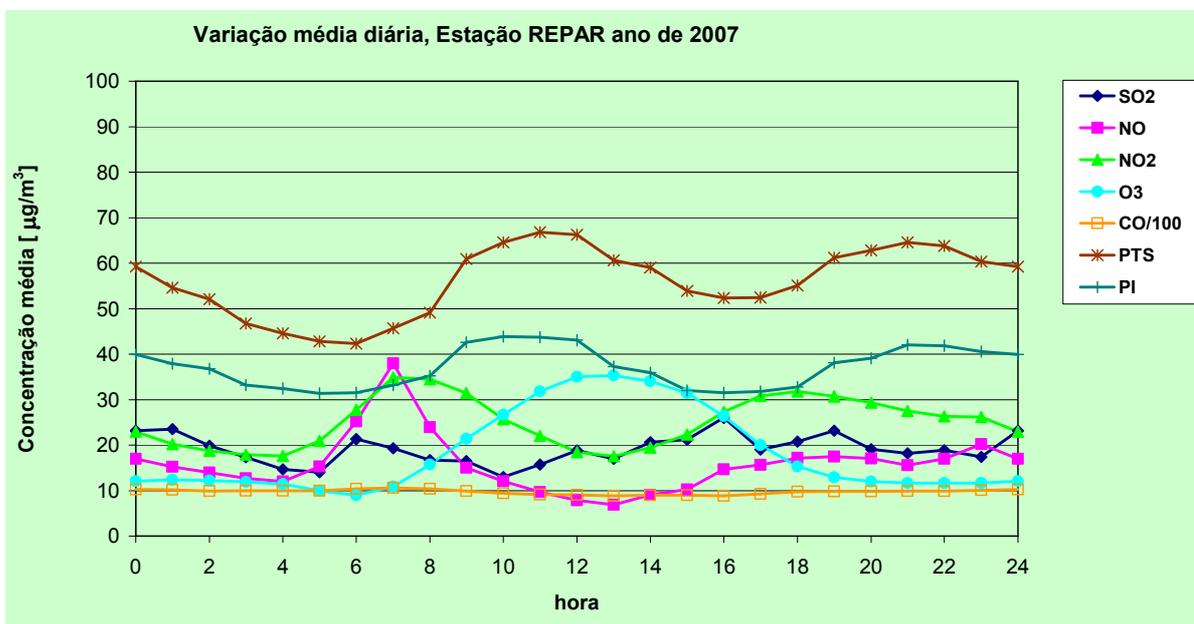
Anexo 2: Variação média diária de SO₂, NO, NO₂, O₃, CO, PI e PTS

- Estação automática: Curitiba Santa Cândida
- Estação automática: Curitiba Boqueirão
- Estação automática: Curitiba Praça Ouvidor Pardiniho
- Estação automática: Araucária Assis
- Estação automática: Araucária UEG
- Estação automática: Araucária CISA
- Estação automática: Araucária REPAR



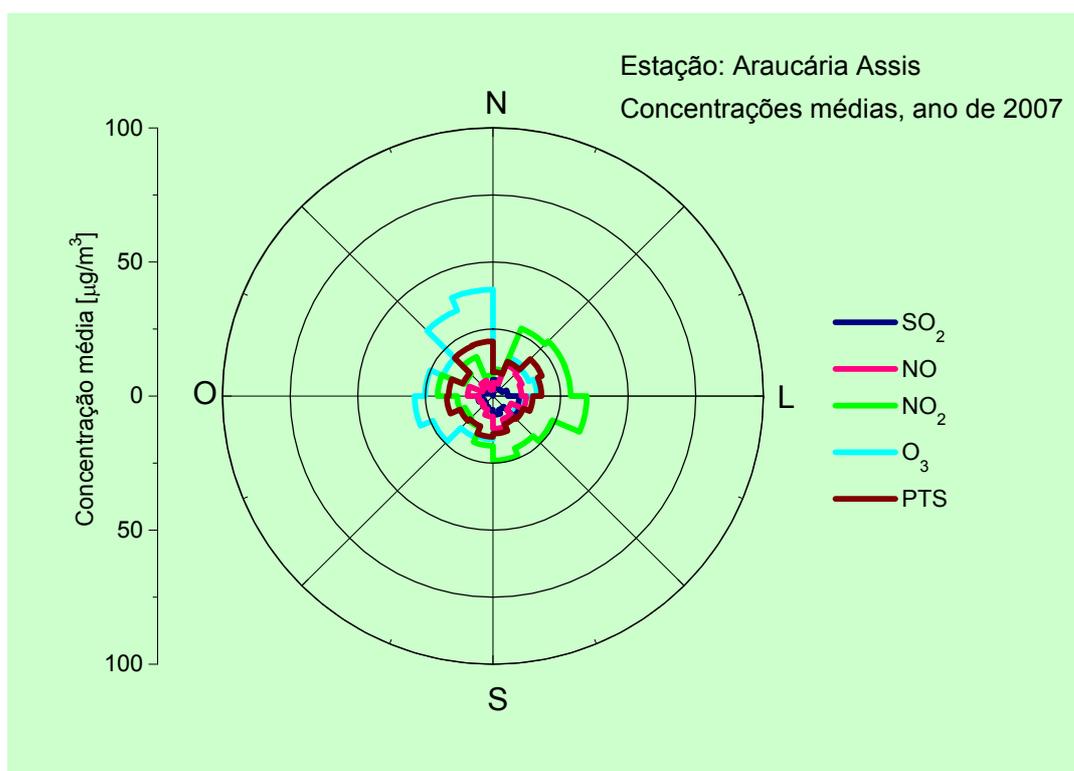


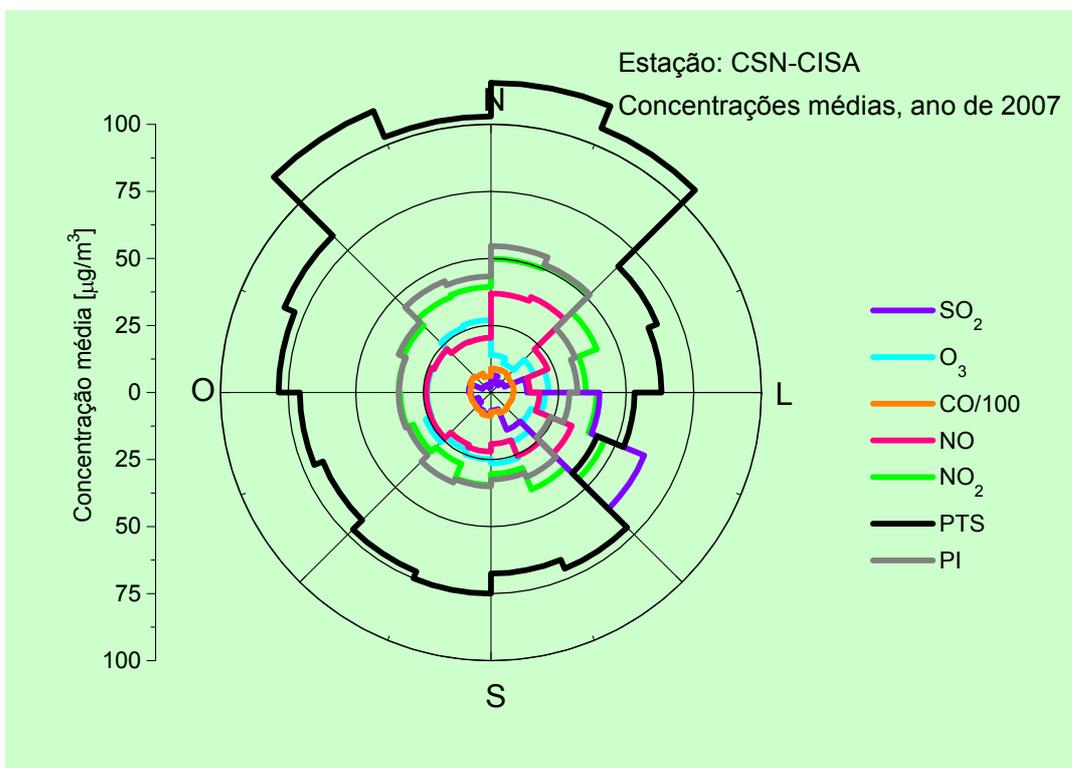
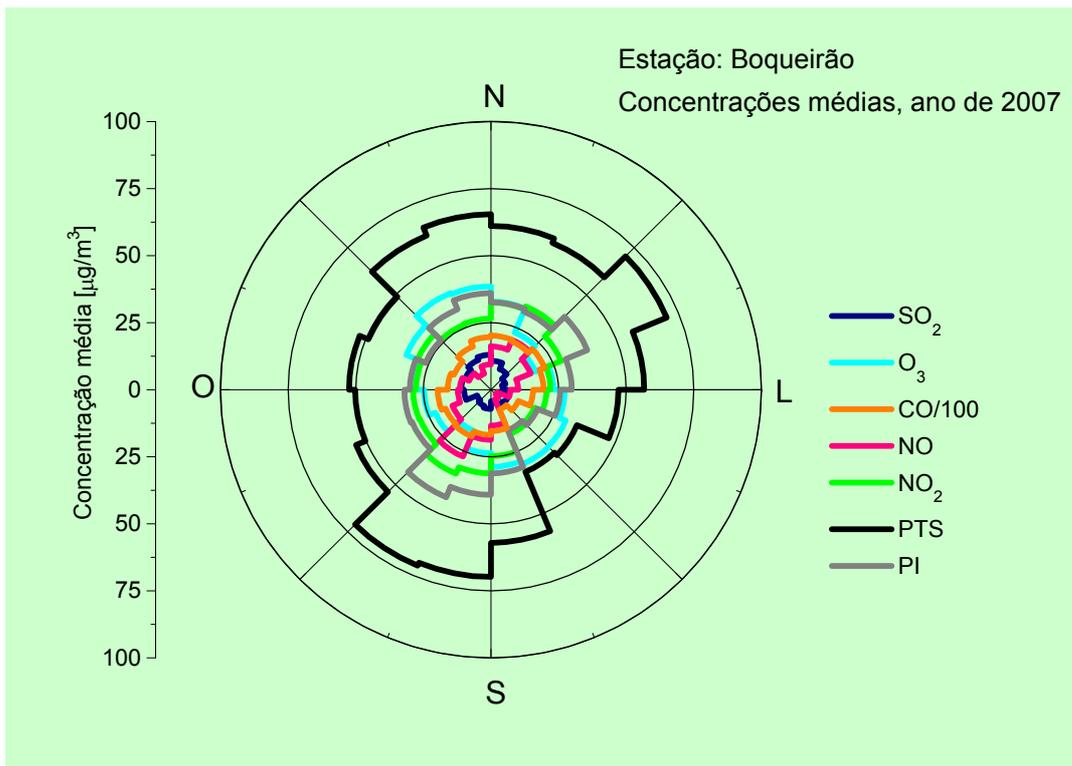


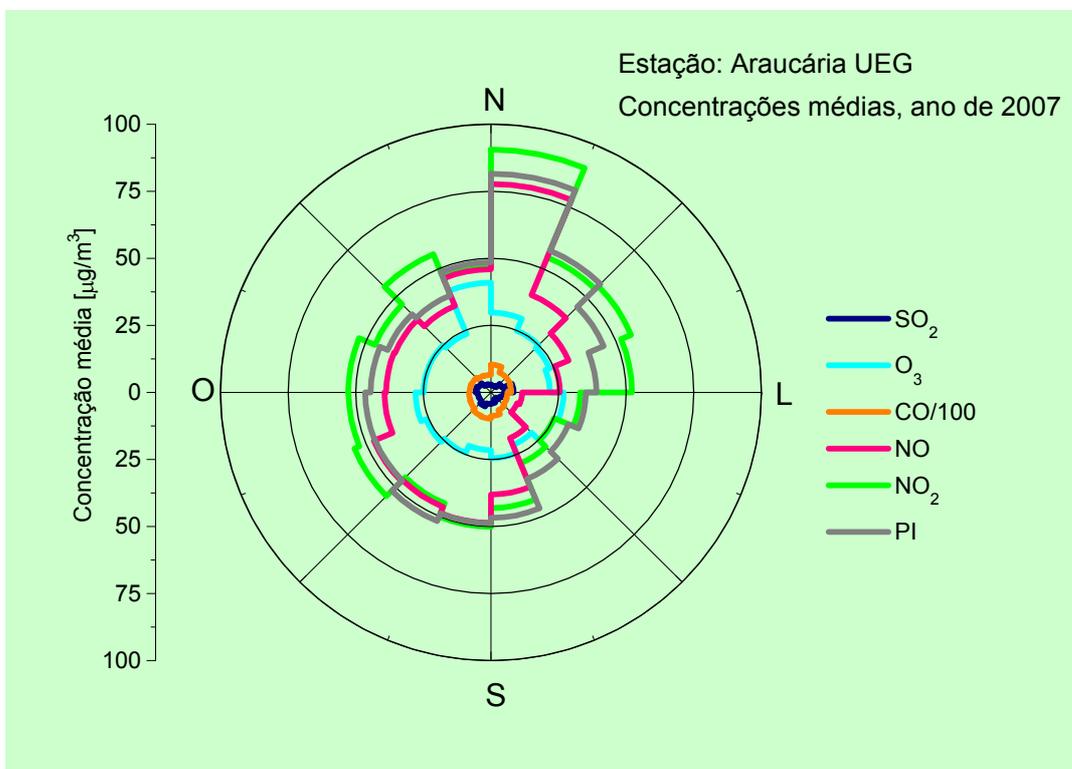
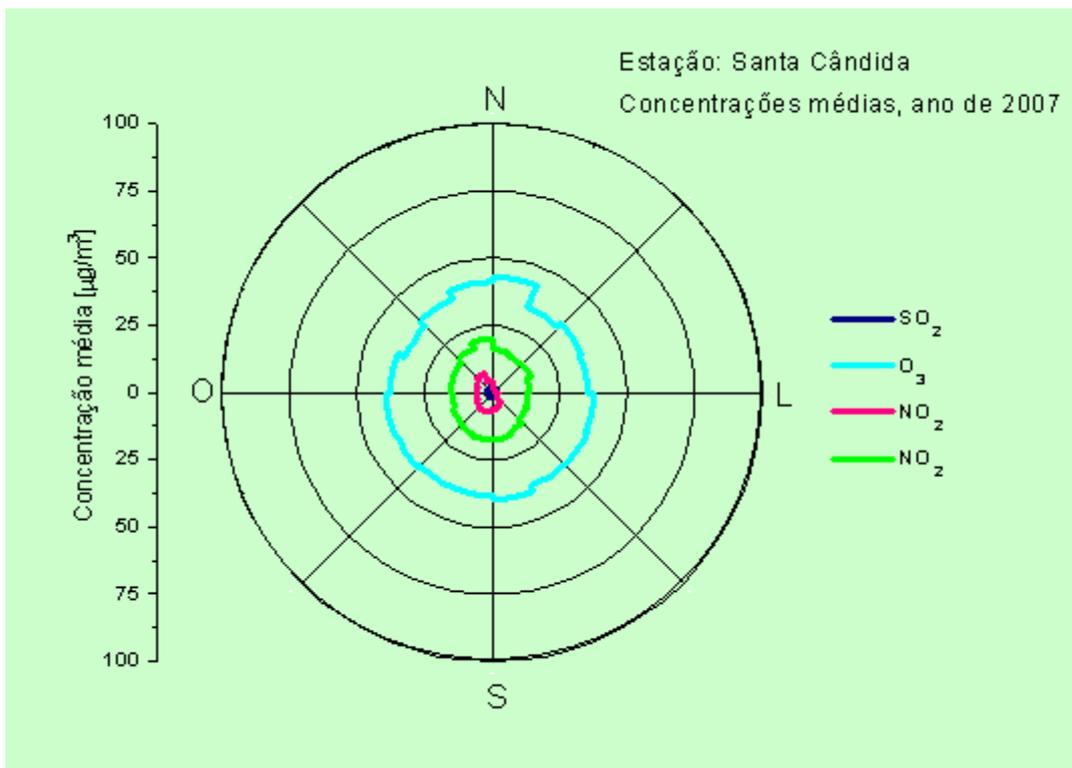


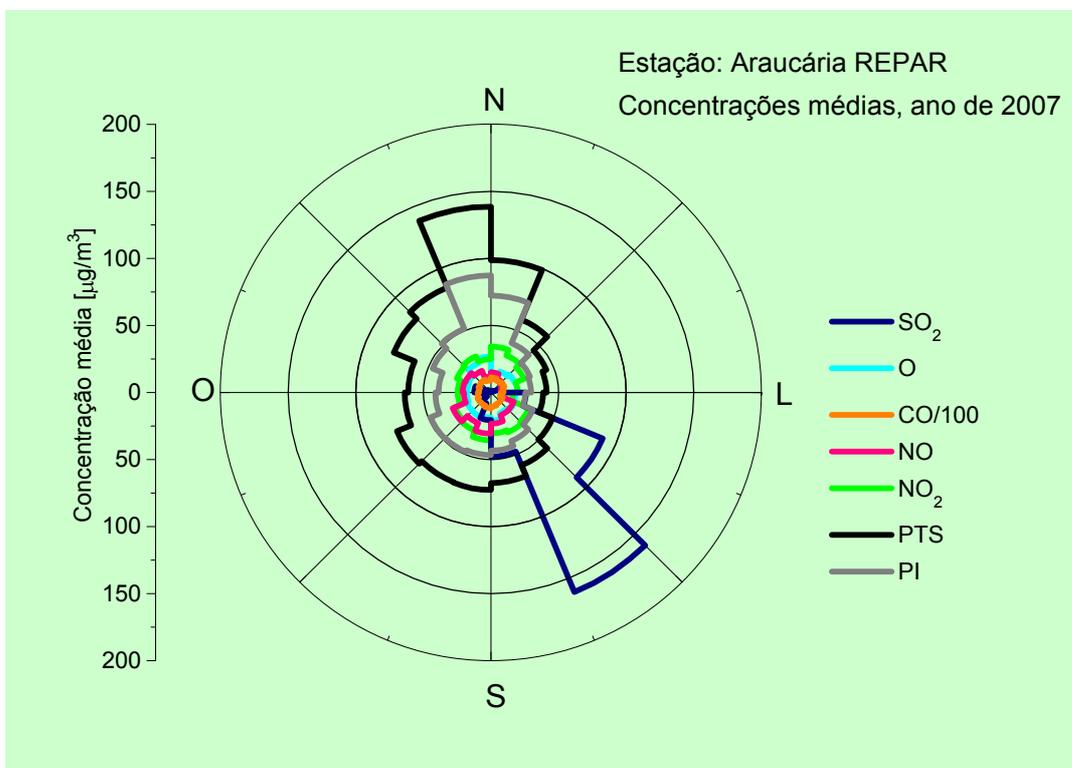
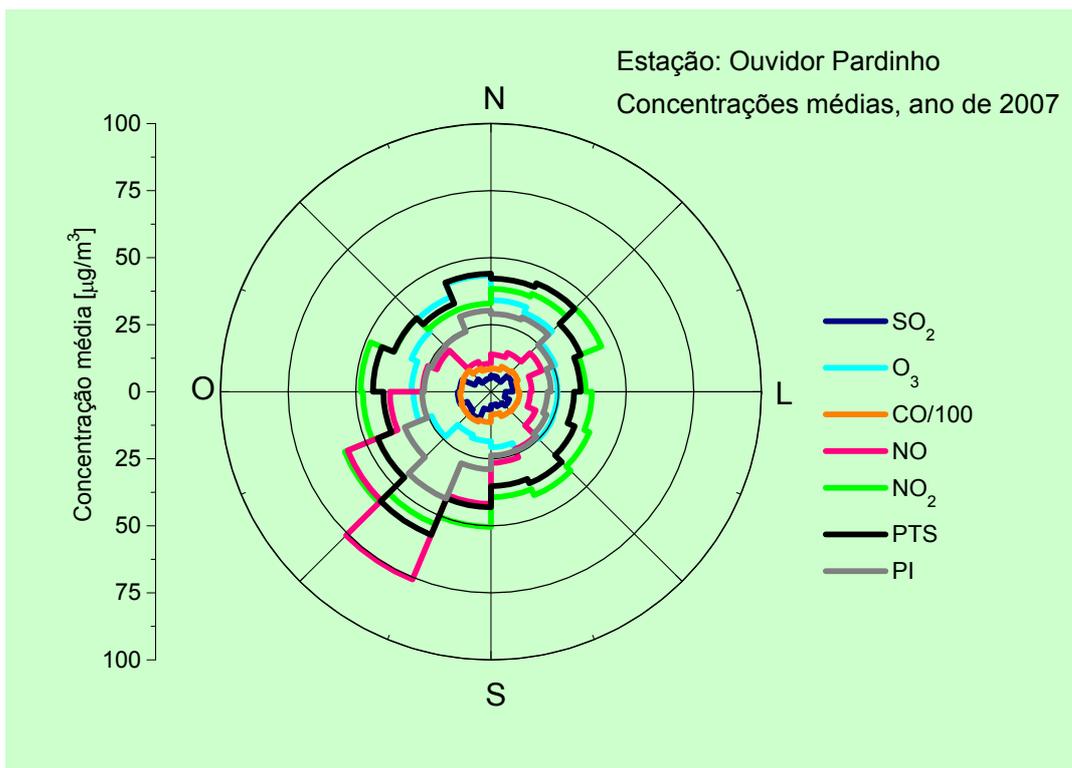
Anexo 3: Concentração média em função da direção do vento

- Estação automática: Curitiba Assis
- Estação automática: Curitiba Boqueirão
- Estação automática: Curitiba Cisa
- Estação automática: Araucária Santa Cândida
- Estação automática: Araucária UEG
- Estação automática: Araucária Praça Ouvidor Pardiniho
- Estação automática: Araucária REPAR
- Estação automática: Colombo









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

SUDERHSA
Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental
Sistema de Informações Hidrológicas

Alturas diárias de precipitação (mm)
2007

| Estação: BARRAGEM SANEPAR | | Código: 02549061 | | Entidade: ANA | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------|-------------------------------|------|-------------------------------|-------|------|-------|-----------|-------|-------|-------|-----|----------|
| Município: Araucária | | Instalação: 27/04/1983 | | Extinção: | | | | | | | | | |
| Tipo: PPR | | Bacia: Iguaçu | | Sub-bacia: 1 | | | | | | | | | |
| Altitude: 902,000 m | | Latitude: 25° 32' 00" | | Longitude: 49° 23' 11" | | | | | | | | | |
| DIA | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ | |
| 01 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 10,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | - | |
| 02 | 0,0 | 1,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 14,2 | - | |
| 03 | 17,6 | 0,0 | 1,2 | 0,0 | 1,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 23,5 | - | |
| 04 | 3,6 | 0,0 | 0,0 | 5,7 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | - | |
| 05 | 18,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - | |
| 06 | 10,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - | |
| 07 | 0,4 | 15,5 | 0,0 | 1,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - | |
| 08 | 0,0 | 3,5 | 0,0 | 0,0 | 41,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - | |
| 09 | 2,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 21,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - | |
| 10 | 0,0 | 1,3 | 0,0 | 2,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 46,3 | - | |
| 11 | 0,0 | 37,3 | 21,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 13,8 | - | |
| 12 | 0,0 | 12,8 | 5,7 | 0,0 | 1,7 | 0,0 | 7,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - | |
| 13 | 0,0 | 0,0 | 5,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 14,8 | 0,0 | - | |
| 14 | 0,0 | 0,0 | 2,6 | 0,0 | 13,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 37,2 | 0,0 | - | |
| 15 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 37,7 | 7,9 | - | |
| 16 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,4 | 0,0 | 0,0 | 11,5 | 0,0 | - | |
| 17 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 6,4 | 0,0 | 0,0 | 2,7 | 0,0 | - | |
| 18 | 18,5 | 1,4 | 0,0 | 0,0 | 1,8 | 0,0 | 5,5 | 0,0 | 3,8 | 0,0 | 0,0 | - | |
| 19 | 0,0 | 4,5 | 2,4 | 0,0 | 76,8 | 0,0 | 3,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 10,3 | - | |
| 20 | 58,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - | |
| 21 | 0,6 | 113,4 | 0,0 | 0,0 | 21,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 44,6 | 6,1 | 0,0 | - | |
| 22 | 0,0 | 18,1 | 0,0 | 0,0 | 24,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 53,2 | 1,5 | 0,0 | - | |
| 23 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 10,2 | 0,0 | 43,8 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | - | |
| 24 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 8,6 | 0,0 | 0,0 | 4,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - | |
| 25 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,1 | 0,0 | 0,0 | 26,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - | |
| 26 | 0,0 | 3,4 | 38,1 | 43,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - | |
| 27 | 50,5 | 42,9 | 0,0 | 18,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 7,6 | - | |
| 28 | 0,3 | 7,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 14,2 | 0,0 | 1,2 | 2,1 | 0,9 | 0,0 | - | |
| 29 | 16,9 | - | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 11,3 | 0,0 | 4,8 | 0,0 | - | |
| 30 | 3,8 | - | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,1 | 0,0 | 16,1 | 0,0 | - | |
| 31 | 0,0 | - | 0,0 | - | 0,0 | - | 6,1 | 3,7 | - | 40,2 | - | - | |
| Valores mensais | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | 202,3 | 263,7 | 77,6 | 94,8 | 214,9 | 15,4 | 108,2 | 20,3 | 104,8 | 173,5 | 124,0 | - | |
| TOT. CONS. | | | | | | | | | | | | | |
| MÁXIMA | 58,2 | 113,4 | 38,1 | 43,4 | 76,8 | 14,2 | 43,8 | 11,3 | 53,2 | 40,2 | 46,3 | - | |
| DIAS CHUVA | 13 | 13 | 8 | 8 | 11 | 2 | 10 | 4 | 6 | 11 | 8 | - | |
| Valores anuais | | | | | | | | | | | | | |
| 334 dias observados | | | | - dias de chuva | | | | Máxima: - | | | | | Total: - |