



Relatório

Qualidade do Ar

na Região Metropolitana de Curitiba

Ano de 2003



Convênio



Instituto de Tecnologia
Para o Desenvolvimento

Apoio



Prefeitura do 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

Luiz Eduardo Cheida

Instituto Ambiental do Paraná - IAP

Lindsley da Silva Rasca Rodrigues

Coordenadoria de Recursos Hídricos e Atmosféricos

Tânia Lúcia Graf de Miranda

Diretoria de Estudos e Padrões Ambientais

Celso Augusto Bittencourt

Departamento de Tecnologia Ambiental

Maria da Graça Branco Patza

Consultor Técnico

Dr. Andreas Grauer

Fotos da capa:

Estação de Monitoramento da Qualidade do Ar, Ouvidor Pardinho

EQUIPE TÉCNICA

Elaboração

Eng. Químico: Dr. Andreas Grauer - IAP

Química: Aimara Tavares Puglielli - IAP

Analistas

Técnico Químico: Ademir da Silva - IAP

Química: Aimara Tavares Puglielli - IAP

Amostradores

Geraldo F. da Silva - IAP

Gerolino V. Sales - IAP

João Batista Maia - IAP

João Maria de Souza Lima - IAP

Nelson Budel - IAP

Renato de Andrade - IAP

Rubens H. Castro - IAP

Operação das estações automáticas

Químico: Eliseu Esmanhoto - LACTEC

Química: Dra. Sandra Mara Alberti - LACTEC

Eng. Químico: Jair Duarte - LACTEC

Eng. Eletricista: Adilson Miguel Luz - LACTEC

Estagiária de Engenharia Química da PUC: Geanine Luz - LACTEC

Estagiário de Engenharia Ambiental da UFPR: Rafael G. Serta - LACTEC

Consultores do Institut für Spektrochemie und Angewandte Spektroskopie - ISAS em
Dortmund/Alemanha e Zentrum für Umweltforschung Universidade de Frankfurt
ZUF/Alemanha

Meteorologista: Dr. Wolfgang Vautz - ISAS

Químico: Prof. Dr. Dieter Klockow - ISAS

Eng. Elétrico: Robert Sitals - ZUF

Químico: Prof. Dr. Wolfgang Jaeschke - ZUF

Consultor meteorológico

Prof. Nelson Luís Dias, Lemma - UFPR/IAPAR/SIMEPAR

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 no planejamento da nossa gestão administrativa, pela importância que esse recurso natural tem para a vida. O ar não é tratável antes de seu consumo e portanto a manutenção da sua qualidade dentro dos padrões estabelecidos para garantir a saúde da população deve receber nossa especial atenção.

O Paraná conta hoje com uma legislação moderna, sendo a mais completa do país. Trata-se da lei estadual 13.806/02 e da resolução SEMA 041/02 que a regulamentou, em especial quanto aos padrões de emissão para fontes fixas de poluição atmosférica, instrumento inédito no Brasil.

Estamos aplicando rigorosamente a resolução e com isso esperamos obter uma significativa redução das emissões hoje praticadas, o que certamente resultará em melhorias da qualidade do ar em todo o Estado..

O monitoramento da qualidade do ar vem sofrendo incremento de investimentos, sendo que, em 2003, a rede de monitoramento da Região Metropolitana de Curitiba passou a contar com mais duas estações automáticas: a da UEG e a da REPAR, ambas decorrentes de medidas compensatórias, definidas no licenciamento ambiental das empresas, em Araucária. Assim, a rede hoje é composta por oito estações automáticas e quatro estações manuais. Nosso próximo passo será a expansão da rede para outras regiões do Estado cujas características já justificam tal investimento.

Finalmente, apresentamos, com grande satisfação, esse Quarto Relatório Anual da Qualidade do Ar na Região Metropolitana de Curitiba, Ano 2003, entendendo que seja um instrumento da maior relevância para a gestão da qualidade do ar, pois é o instrumento de informação à sociedade sobre a qualidade do ar que respira e das ações que vêm sendo tomadas para sua manutenção e melhoria.

Assim, estamos conduzindo o Programa de Gestão da Qualidade do Ar, acompanhando a evolução da sua qualidade através do monitoramento contínuo, ao mesmo tempo em que colocamos em prática o controle das fontes poluidoras através dos mecanismos estabelecidos na nossa legislação. Com essas ações buscamos garantir a qualidade vida da população da Região Metropolitana de Curitiba, que representa quase 30% da população paranaense e cumprindo com a nossa missão institucional.

Lindsley da Silva Rasca Rodrigues
Diretor Presidente

Apresentação

Tenho a honra de apresentar este quarto relatório sobre a qualidade do ar, destinado ao público interessado no ar que respiramos na Região Metropolitana de Curitiba, na composição e grau de comprometimento desse “alimento” tão básico para a nossa vida, “desse amigo gratuito e tão tão esquecido porque tão constante”, como escreveu Domingos Pellegrini na GAZETA DO POVO, dia 27/02/05. O ar merece uma atenção especial porque o respiramos in natura, ou seja, sem tratamento prévio. Não há como impedir que os poluentes atmosféricos penetrem em nosso ambiente, nossas casas e nossos corpos. Portanto, temos que manter o ar o mais puro possível.

Durante o ano de 2003 houve uma reestruturação da forma de cooperação entre os integrantes da rede do monitoramento do ar e por este motivo estamos apresentando este relatório com atraso, o que lamento. Por outro lado, deve-se observar que o monitoramento da qualidade do ar na Região Metropolitana de Curitiba ainda não está consolidado porque o processo da criação da rede de estações ainda está em andamento. Isto pode ser verificado pelo fato de que em 2003 mais duas estações automáticas entraram em operação: a UEG e a REPAR, ambas localizadas em Araucária. Devido a estes fatos tivemos que enfrentar muitos desafios e o importante é que conseguimos vencê-los, dando prosseguimento no monitoramento e na publicação de relatórios.

São apresentados resultados do monitoramento da qualidade do ar em Curitiba e em Araucária, desde 1985 com estações manuais, sucessivamente complementadas a partir de 1998 com estações automáticas. Hoje, a rede está composta por 4 estações manuais e 8 automáticas. Estou orgulhoso de poder apresentar neste relatório de 2003, uma informação mais consolidada ainda, se comparada com os anos anteriores. Para os três tipos de áreas: central, industrial e bairro, podemos apresentar resultados para todos os poluentes, exceto a medição de PTS e PI na área do tipo bairro.

O principal objetivo do relatório é o de informar à população se os padrões de qualidade do ar são atendidos e, caso negativo, onde, quando e com qual frequência isto acontece. O relatório também documenta o esforço que o IAP tem feito na área de controle de poluição atmosférica e tenta dar orientações para possíveis melhorias. Outra função importante é a de acompanhar e avaliar de forma quantitativa e objetiva a eficiência das medidas tomadas para melhorar os índices da qualidade do ar. A apresentação anual oferece uma boa base para isto. No entanto, se observamos uma tendência para a melhoria da qualidade do ar em certos casos, isto não deve resultar na sensação de que tudo está resolvido. Podemos melhorar ainda muito mais e para isto é preciso a participação ativa de todos através de ações, sugestões ou apenas comentários, para os quais convido a sociedade e fico grato.

Gostaria de agradecer a colaboração da equipe técnica, dos responsáveis administrativos no IAP, de todas as outras pessoas que contribuíram neste relatório e o constante incentivo e apoio carinhoso de minha família.

Boa leitura.

Dr. Andreas Grauer
Consultor do IAP
Perito Integrado do convênio brasileiro/alemão IAP/CIM



Sumário

Página

PREFÁCIO	4
Apresentação	5
Lista de Tabelas e Ilustrações	7
Lista de Abreviaturas e Símbolos	9
1 Introdução	10
1.1 A qualidade do ar é uma responsabilidade coletiva.....	10
1.2 Poluição atmosférica.....	10
1.3 Poluentes atmosféricos	11
1.4 Origem da poluição atmosférica.....	11
1.5 Padrões e Índice de qualidade do ar.....	12
1.6 Efeitos da poluição atmosférica.....	14
2 Monitoramento da qualidade do ar na Região Metropolitana de Curitiba (RMC).....	16
2.1 Dados gerais	16
2.2 Aspectos climáticos e meteorológicos.....	16
2.3 Objetivo do monitoramento.....	18
2.4 Localização das estações e conceito do monitoramento.....	18
3 Resultados do monitoramento da qualidade do ar	21
3.1 Representatividade e disponibilidade dos dados	21
3.2 Parâmetros da qualidade do ar	21
3.2.1 Partículas Totais em Suspensão (PTS)	22
3.2.2 Fumaça.....	24
3.2.3 Partículas Inaláveis (PI).....	26
3.2.4 Dióxido de Enxofre (SO ₂)	27
3.2.5 Monóxido de Carbono (CO).....	29
3.2.6 Ozônio (O ₃)	31
3.2.7 Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	33
3.3 Dias com a qualidade do ar INADEQUADA	35
4 Conclusão	36
4.1 Situação atual da qualidade do ar na RMC.....	36
4.2 A gestão de qualidade do ar.....	38
4.3 Gás natural veicular (GNV) - uma solução para as emissões veiculares?.....	39
5 Bibliografia	41
Anexo 1: Localização das estações de monitoramento de Curitiba	42
Anexo 2: Variação média diária de SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ , CO, PI e PTS	47
Anexo 3: Concentração média em função da direção do vento.....	51

Lista de Tabelas e Ilustrações

Tabelas:

Tabela 1: Padrões primários e secundários de poluentes atmosféricos no Paraná (Resolução CONAMA n° 03/90, SEMA n° 041/02).....	12
Tabela 2: Critérios para episódios agudos de poluição do ar (Resolução CONAMA 03/90, SEMA n° 041/02).....	13
Tabela 3: Classificação da qualidade do ar através do Índice de qualidade do ar.....	14
Tabela 4: Estações de monitoramento de qualidade do ar na RMC.....	19
Tabela 5: Monitoramento de qualidade do ar nas áreas: industrial, centro, bairro.....	20
Tabela 6: Resultados do monitoramento de PTS.....	22
Tabela 7: Resultados do monitoramento de Fumaça.....	24
Tabela 8: Resultados do monitoramento de PI.....	26
Tabela 10: Resultados do monitoramento de SO ₂ em Araucária.....	29
Tabela 11: Resultados do monitoramento de CO.....	30
Tabela 12: Resultados do monitoramento de O ₃ em Curitiba.....	31
Tabela 13: Resultados do monitoramento de O ₃ em Araucária.....	32
Tabela 14: Resultados do monitoramento de NO ₂	34

Gráficos:

Gráfico 1: Frequência dos ventos nas estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar.....	16
Gráfico 2: Condições de dispersão nas estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar.....	17
Gráfico 3: Classificação das médias diárias para PTS na Estação Santa Casa no ano de 2003 ..	23
Gráfico 4: Classificação das médias diárias para PTS na Estação Santa Casa entre 1990-2003.....	23
Gráfico 5: Classificação das médias diárias para PTS na Estação Araucária Assis no ano de 2003.....	24
Gráfico 6: Classificação das médias diárias para Fumaça na Estação Santa Casa nos anos de 1990-2003.....	26

Gráfico 7: Médias anuais para SO₂ , Fumaça e PTS no período 1990-2003 na Estação Santa Casa	27
Gráfico 8: Classificação das médias de 8 horas para CO na Estação Ouvidor Pardiniho	31
Gráfico 9: Classificação das médias horárias para Ozônio na Estação Assis automática.....	33
Gráfico 10: Classificação das médias horárias para Ozônio na Estação REPAR.....	33

Figura:

Figura 1: Localização das estações de monitoramento de qualidade do ar na RMC	18
--	----

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	micrograma, um milionésimo de um grama
µg/m ³	micrograma 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 consideramos 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 causados pelas atividades humanas, também chamadas antropogênicas. É importante saber que o monitoramento da qualidade do ar sempre analisa o conjunto das duas fontes. Porém, não podemos controlar fenômenos naturais que podem liberar grandes quantidades de substâncias para 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 2003 com 2.929.662 veículos [DETRAN-PR, motorização], o que significa um aumento de 11,2 % em relação ao ano de 2002. Só na capital já temos 791.286 veículos motorizados, ou 46,7 por 100 habitantes, o que corresponde a um aumento de 6,8 % [DETRAN-PR, frota cadastrada].

Comparando as emissões industriais, as chamadas fontes fixas, com as do tráfego, vemos 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 uma 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, já existem dezessete postos de abastecimento e dezasseis oficinas credenciadas para conversão

(www.compagas.com.br, 18/04/05). Até o ano de 2003, foram 8399 veículos movidos à gás natural veicular na capital [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 uma 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 n° 348, de 14/03/90 e Resolução CONAMA n° 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 n° 041/02. 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 PM₁₀ ou MP₁₀)
- 4) Dióxido de Enxofre (SO₂)
- 5) Monóxido de Carbono (CO)
- 6) Ozônio (O₃)
- 7) Dióxido de Nitrogênio (NO₂)

Tabela 1: Padrões primários e secundários de poluentes atmosféricos no Paraná (Resolução CONAMA n° 03/90, SEMA n° 041/02)

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

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

O padrão primário de qualidade do ar define legalmente as concentrações máximas de um componente atmosférico que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população. O padrão primário pode ser entendido como nível máximo tolerável de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazo. Não é uma proteção ampla, porque não considera toda a natureza. Expressa apenas o mínimo, uma proteção à

saúde da população contra danos da poluição atmosférica, sem considerar as necessidades da fauna e flora.

Para uma proteção maior existe o padrão secundário. O padrão secundário de qualidade do ar define legalmente as concentrações abaixo das quais se prevê - baseado no conhecimento científico atual - o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral, podendo ser entendido como nível máximo desejado de concentração de poluentes, constituindo-se em meta de longo prazo.

Os padrões regulamentados pela Resolução SEMA n° 041/02 e os respectivos tempos de amostragem estão listados na **Tabela 1**. Para todos os poluentes há um padrão de curto prazo (horas) e outro que se aplica para longo prazo, exceto para Ozônio. Os padrões de curto tempo consideram os efeitos irritantes e agudos dos poluentes, enquanto aqueles de longo tempo consideram os efeitos acumuladores e crônicos. Os efeitos de curto prazo geralmente são reversíveis enquanto os de longo prazo não são.

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

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

Tabela 2: Critérios para episódios agudos de poluição do ar (Resolução CONAMA 03/90, SEMA n° 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 6 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	INADE-QUADA	>240-375	>150-250	>150-250	>365-800	>160-400	>9,0 - 15	>320-1.130
>200-300	MÁ	>375-625	>250-420	>250-420	>800-1.600	>400-800	>15 - 30	>1.130-2.260
>300-400	PÉSSIMA	>625-875	>420-500	>420-500	>1.600-2.100	>800-1.000	>30 - 40	>2.260-3.000
>400	CRÍTICA	>875	>500	>500	>2.100	>1.000	> 40	>3.000

1.6 Efeitos da poluição atmosférica

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

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

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

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

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

Outro estudo em São Paulo demonstrou que um aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 recente 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, os efeitos da poluição atmosférica existem, embora estejam limitados a um nível aceito pela sociedade. Portanto, um decréscimo das concentrações ambientais sempre significa um ganho na qualidade de vida.

Sobre os efeitos da poluição atmosférica à flora, sabemos que na Europa já foram destruídas florestas inteiras por altas emissões de SO_2 . O Ozônio é capaz de diminuir o crescimento e a colheita de produtos agrícolas, dependendo da sensibilidade das plantações. Existe uma grande variabilidade de sensibilidade na flora aos efeitos da poluição. Certas espécies são mais sensíveis do que o ser humano e já mostram efeitos a níveis seguros para a população.

O efeito da poluição atmosférica à fauna é algo pouco estudado. Em geral sabemos que a poluição é mais um fator de eliminação que atinge primeiro o mais frágil, expulsando-o do ambiente poluído. A eliminação de espécies é chamada perda de biodiversidade. Seguramente não há ganho estético para centros de grandes cidades onde quase só vemos pombos. A perda de biodiversidade chegou hoje a um nível muito acelerado, portanto, devemos levar o problema a sério, e mais: é uma questão moral [GAZETA DO POVO, 08/10/2000].

Finalmente não devemos desconsiderar os efeitos da poluição atmosférica a materiais, como corrosão de metais e destruição de materiais de construção, como o mármore, além do efeito estético de sujar superfícies como fachadas, e contribuindo desta forma à impressão de que não estamos vivendo num ambiente saudável.

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 2003 com uma população projetada de 3.078.603 habitantes [IPARDES, 2000], apresentando uma taxa de crescimento da população de 26,6 % 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, 2002]. Além de Curitiba existem outros cinco municípios na RMC com uma população acima de 100.000 habitantes: São José dos Pinhais, Colombo, Pinhais, Almirante Tamandaré e Araucária .

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**.

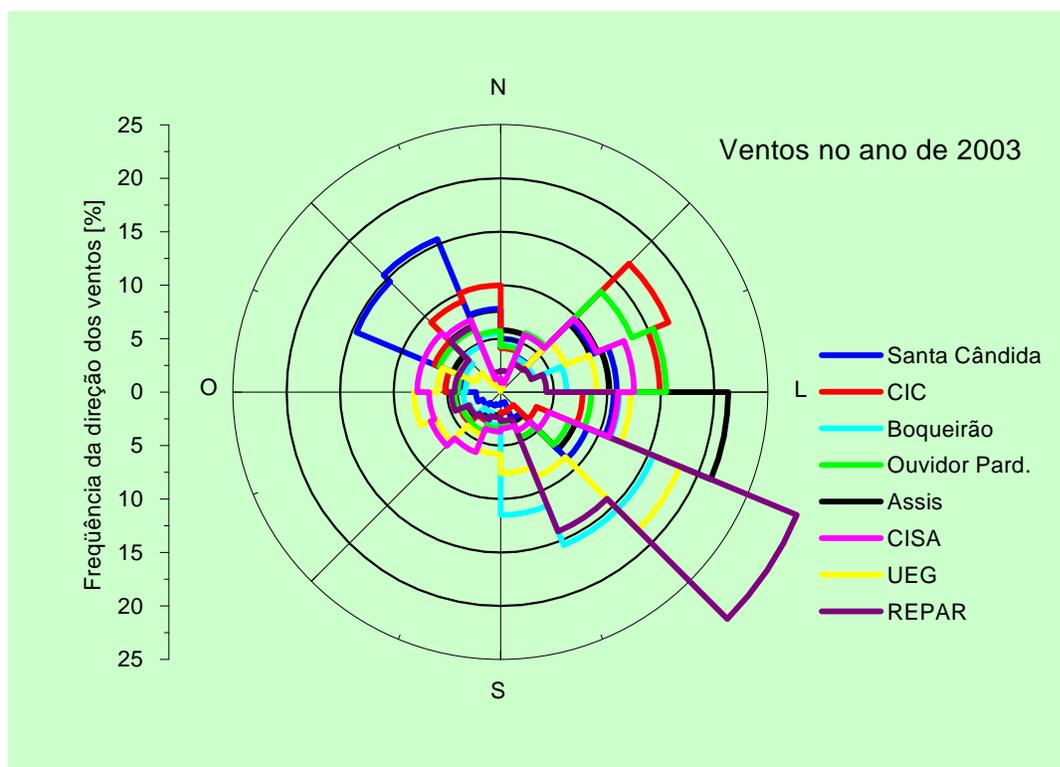


Gráfico 1: Frequência dos ventos nas estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar

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 próximo 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 2003 na média das cinco estações automáticas: Santa Cândida, Boqueirão, Ouidor Pardinho, Assis e REPAR, (as estações Cidade Industrial, CISA, UEG não tiveram dados disponíveis), 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 a classe D de Pasquill e a condição desfavorável a 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 sub-camada superficial da camada-limite atmosférica. A grandeza que mede corretamente a estabilidade na sub-camada 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 feitas 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.

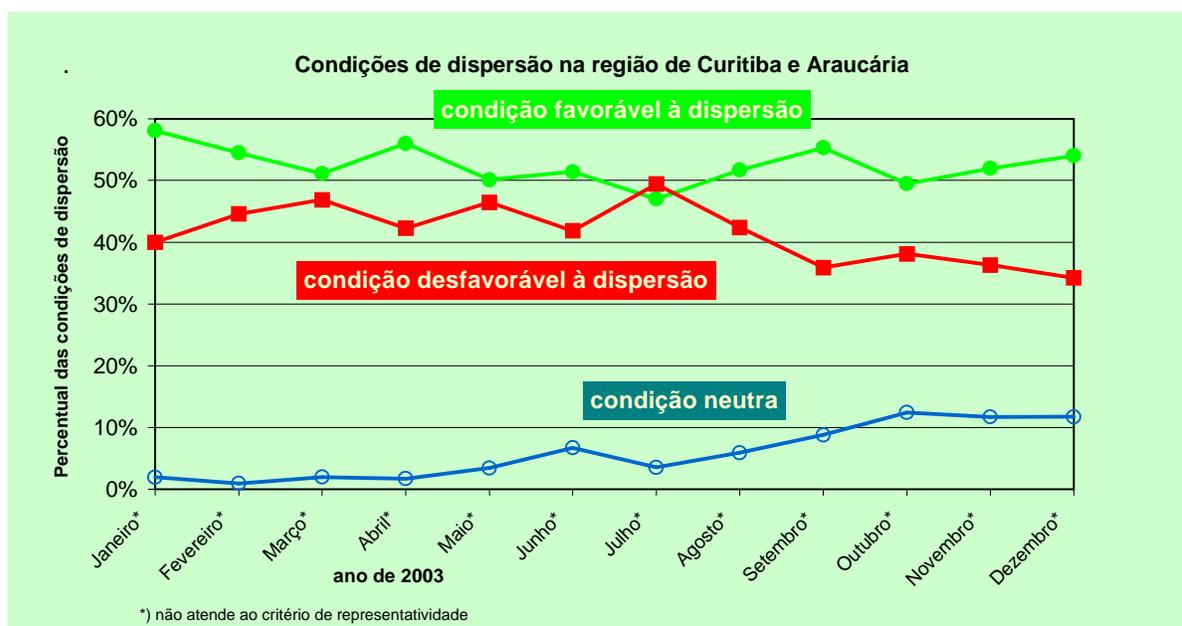


Gráfico 2: Condições de dispersão nas estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar

Podemos observar que apenas no mês de julho as condições desfavoráveis à dispersão prevalecem, 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

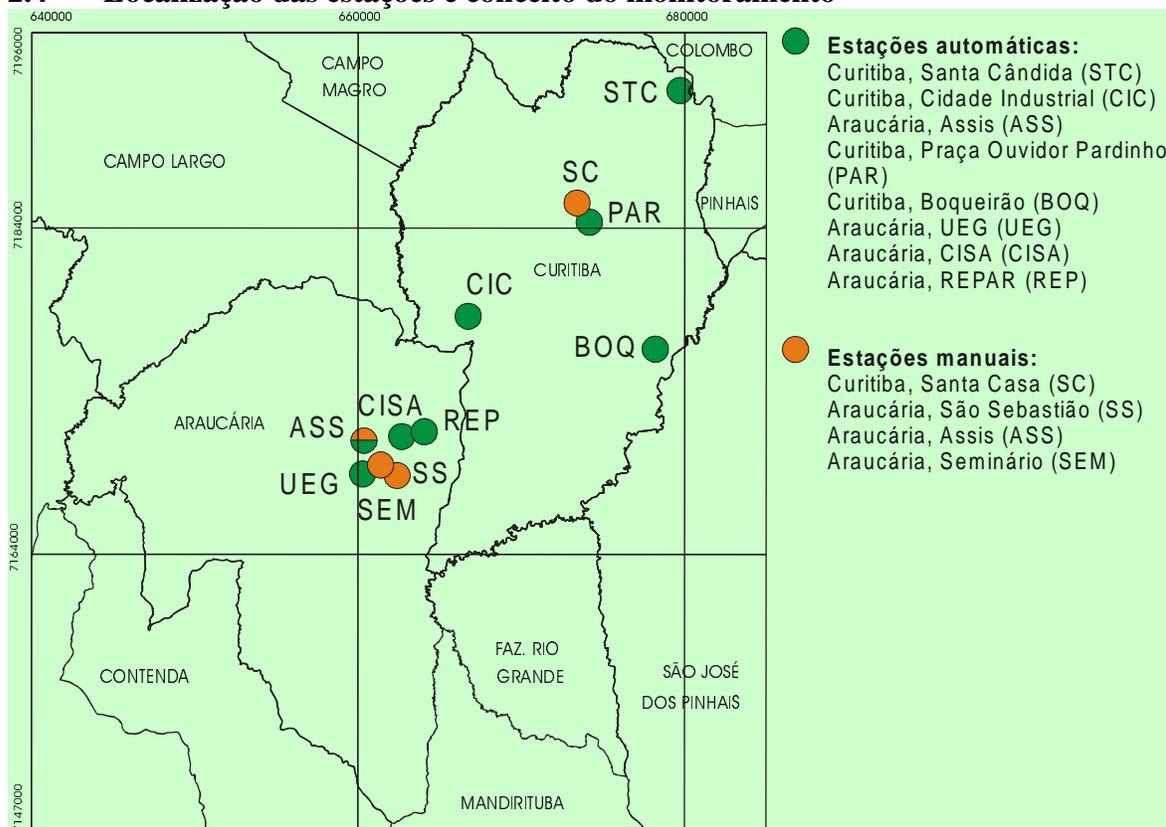


Figura 1: Localização das estações de monitoramento de qualidade do ar na RMC

A localização geral das estações de monitoramento dentro dos municípios de Curitiba e Araucária é mostrada na **Figura 1**. Uma informação mais precisa quanto a 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 o monitoramento de parâmetros meteorológicos e dos componentes NO₂, O₃, SO₂ e PTS. Em setembro de 2001 entrou em operação a estação automática no bairro do Boqueirão e em agosto de 2002, outras duas estações automáticas: uma em Curitiba próximo ao Centro, na Praça Ouvidor Pardiniho, 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 no terreno da refinaria Presidente Vargas em Araucária. 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

Estação	Localização/Categoria ¹⁾	Parâmetros medidos no ano de 2003		Período de funcionamento/ Responsável pelo custo operacional	
		Poluentes	Meteorologia		
a u t o m á t i c a	Santa Cândida (STC)	Nordeste de Curitiba, Bairro Santa Cândida/ bairro	SO ₂ , NO, NO ₂	Todas as estações: temperatura, umidade relativa, radiação global, pressão, velocidade e direção do vento Exceções: CIC: sem radiação global ASS: radiação UV PAR: radiação UVA, UVB BOQ: radiação UVA, UVB, sem umidade relativa UEG: radiação UVA CISA: sem radiação global REP: sem umidade relativa, sem radiação global	desde 1998/ LACTEC
	Cidade Industrial (CIC)	Oeste de Curitiba, Bairro Cidade Industrial/ industrial	SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃		desde 1998/ LACTEC
	Assis automática (ASS)	Centro/Norte de Araucária, Bairro Fazenda Velha/ industrial	SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ , PTS		desde abril de 2000/SMMA Araucária
	Ouvidor Pardiniho (PAR)	Região central de Curitiba, Bairro Rebouças/ centro	SO ₂ , NO, NO ₂ , CO, O ₃ , PTS, PI, HCT ²⁾		desde agosto de 2002/IAP
	Boqueirão (BOQ)	Sudeste de Curitiba Bairro Boqueirão/ bairro	SO ₂ , NO, NO ₂ , CO, O ₃		desde setembro de 2001/IAP
	UEG (UEG)	Região central de Araucária Bairro Centro/ industrial e centro	SO ₂ , CO, O ₃		desde maio de 2003/IAP
	CISA (CISA)	Centro/Nordeste de Araucária, Bairro Sabiá/ industrial	SO ₂ , NO, NO ₂ , CO, O ₃ , PI, HCT ²⁾		desde agosto de 2002/CISA
	REPAR (REP)	Centro/Nordeste de Araucária, industrial	SO ₂ , NO, NO ₂ , CO, O ₃ , PTS, PI, Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno		desde julho de 2003/REPAR
m a n u a l	Santa Casa (SC)	Região central de Curitiba, Bairro Centro/ centro	Fumaça, SO ₂ , PTS, NH ₃	desde 1985/IAP	
	São Sebastião (SS)	Centro/Leste de Araucária, Bairro Tindiquera/ bairro	Fumaça, SO ₂ , NH ₃	desde 1985/IAP	
	Assis (ASS)	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	

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

2) Hidrocarbonetos Totais

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 3 a 7 pontos de monitoramento da qualidade do ar em função do grau de comprometimento do ar. No final do ano de 2003, oito estações automáticas quase completas e quatro manuais estavam em operação, o que é um número satisfatório. Apenas para os poluentes PTS, PI e CO estamos ainda com poucas informações disponíveis, como demonstrado 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 2003)	Nº de estações de monitoramento nas áreas			Conclusão	
		industrial	centro	bairro		
		industrial e centro				
PTS	4	2	2	0	número insuficiente	
Fumaça	4	1	1	1	satisfatório	
PI	3	2	0	1	0	número insuficiente
SO ₂	12	5	2	2	3	satisfatório
CO	5	2	1	1	1	número insuficiente
O ₃	7	4	1	1	1	satisfatório
NO ₂	7	4	0	1	2	satisfatório

Estamos com falta de informação para os poluentes PTS e PI, visto que estes não são monitorados em áreas do tipo bairro. Quanto ao poluente CO observamos concentrações elevadas o que justifica o número de 7 pontos de monitoramento em vez dos 5 atuais.

3 Resultados do monitoramento da qualidade do ar

3.1 Representatividade e disponibilidade dos dados

Na operação de uma rede de estações de monitoramento sempre acontecem lacunas na obtenção de dados, podendo ser devido à calibração ou manutenção dos analisadores ou simplesmente por falta de energia. Isto não significa um problema para o cálculo das médias diárias ou anuais se os valores válidos não ficarem abaixo de um limite estabelecido de representatividade. No presente relatório foram utilizados 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
8 horas	pelo menos 6 médias horárias válidas
diária	pelo menos 16 médias horárias válidas
mensal	pelo menos 2/3 das médias diárias válidas
quadrimestral	pelo menos a metade das médias diárias válidas
anual	todas as três médias quadrimestrais (janeiro-abril, maio-agosto, setembro-dezembro) válidas

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

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

A informação sobre a disponibilidade do equipamento é de suma importância, especialmente quando se comparam resultados de um ano com outro. Isso porque a probabilidade de monitorar uma violação fica cada vez menor, na medida 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° 041/02, veja Tabela 1). Informações mais detalhadas encontram-se nos Anexos 2 e 3.

O Anexo 2 contém os gráficos da variação média diária das seis 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 quatro localidades: nas Estações Santa Casa (localizada na Praça Rui Barbosa) e Ouvidor Pardinho em Curitiba e nas Estações Assis automática e REPAR em Araucária. 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 2003				
PTS Estação: Curitiba, Santa Casa Disponibilidade 24h: 85,2 %	n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	196	115	0	0
média anual: 73 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ média diária máxima: 228 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (em 30 de maio de 2003) n° de ultrapassagens das médias diárias: zero				
PTS Estação: Araucária Assis automática Disponibilidade 24h: 37,0 % ¹⁾	n° de classificações das médias diárias (fevereiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	104	31	0	0
média anual: 51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ¹⁾ média diária máxima: 132 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (em 07 de agosto de 2003) n° de ultrapassagens das médias diárias: zero				
PTS Estação: Curitiba, Praça Ouvidor Pardinho Disponibilidade 24h: 11,5% ¹⁾	n° de classificações das médias diárias (novembro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	42	0	0	0
média anual: 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ¹⁾ média diária máxima: 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (em 6 de dezembro de 2003) n° de ultrapassagens das médias diárias: zero				
PTS Estação: Araucária, REPAR Disponibilidade 24h: 21,6 % ¹⁾	n° de classificações das médias diárias (julho - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	70	9	0	0
média anual: 39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ¹⁾ média diária máxima: 205 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (em 07 de setembro de 2003) n° de ultrapassagens das médias diárias: zero				

Nota: 1) não atende ao critério de representatividade

Na Estação Santa Casa foram observadas na maioria das vezes médias diárias até 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (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 73 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, o mesmo valor do ano anterior, que atende ao padrão primário de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. 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.

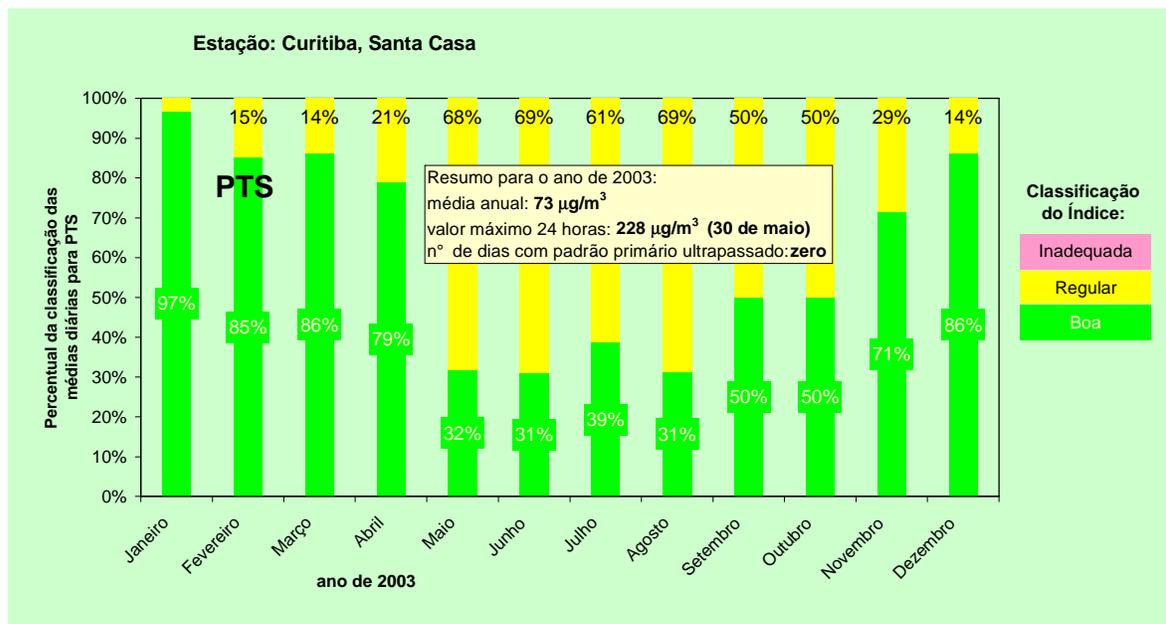


Gráfico 3: Classificação das médias diárias para PTS na Estação Santa Casa no ano de 2003

Analisando o período entre 1990 e 2003 vemos nos **Gráficos 4 e 7** para o ano de 2003 uma situação bem melhor do que em 1990. Em 2003, a maioria das médias diárias (63 %) foi da classificação BOA e pela terceira vez a média anual atende ao padrão primário de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nos anos de 2001 a 2003 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.

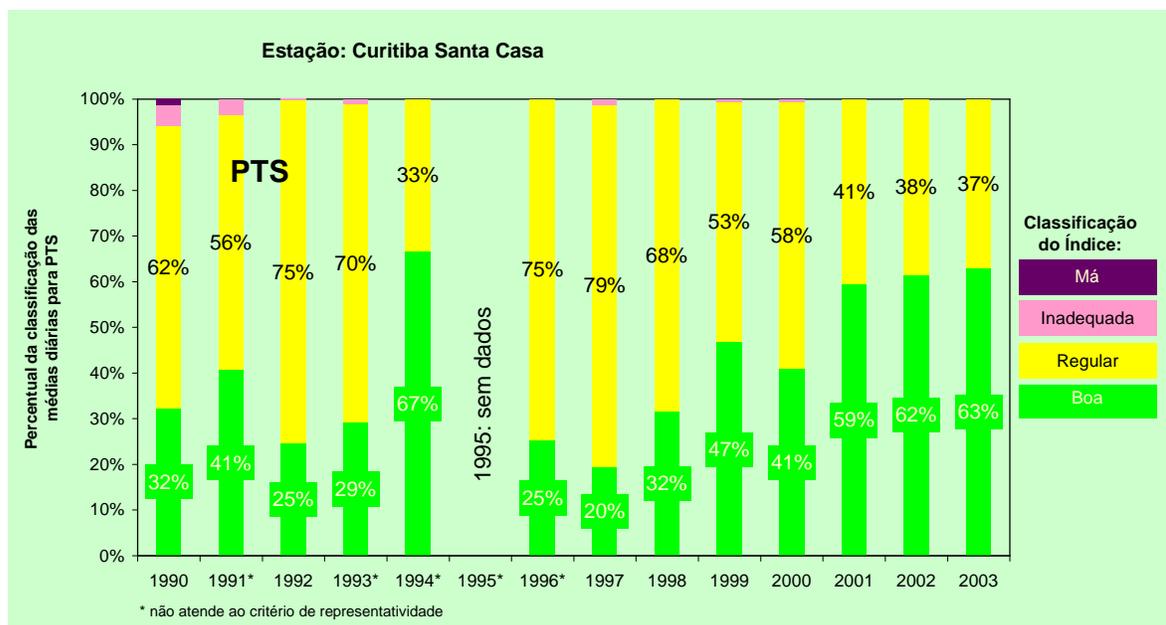


Gráfico 4: Classificação das médias diárias para PTS na Estação Santa Casa entre 1990-2003

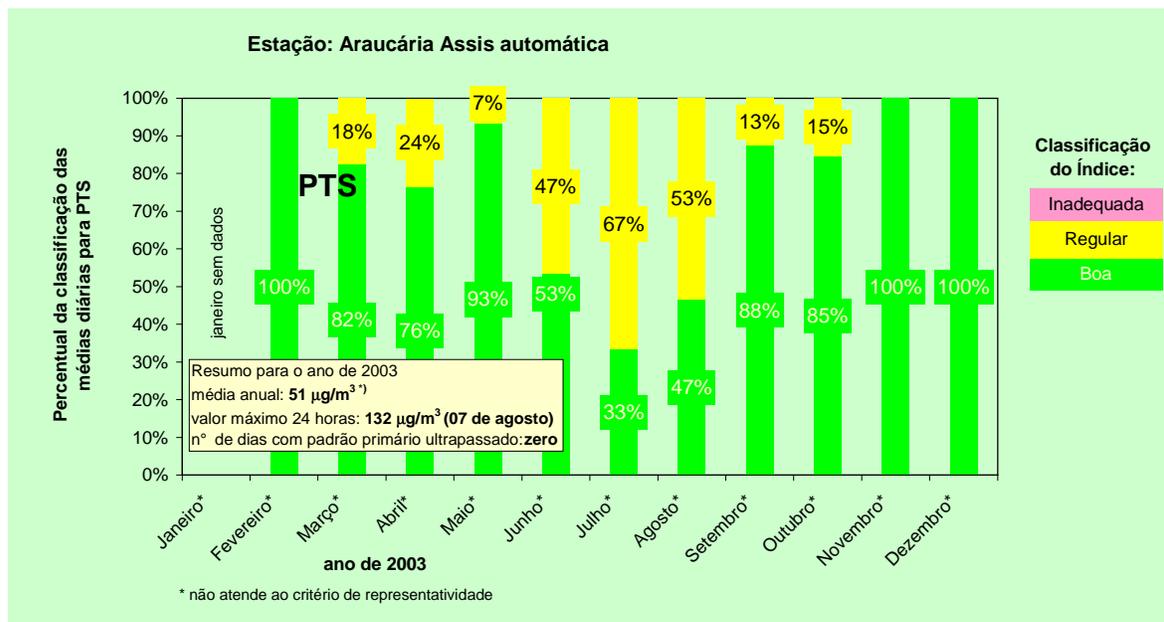


Gráfico 5: Classificação das médias diárias para **PTS** na Estação Araucária Assis no ano de 2003

Em Araucária na Estação Assis Automática, a concentração de PTS apresentou uma média anual (não representativa) de $51,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ com 77,0 % das médias diárias na classificação BOA, sendo o restante da classificação REGULAR, como mostrado na **Tabela 6**.

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 2003				
Fumaça	n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
Estação: Curitiba, Santa Casa	348	15	0	0
Disponibilidade 24h: 98,5 %	média anual: $6,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ média diária máxima: $147 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (em 20 de agosto de 2003) n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
Fumaça	n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
Estação: Araucária, Assis manual	361	1	0	0
Disponibilidade 24h: 99,2 %	média anual: $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ média diária máxima: $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (em 30 de maio de 2003) n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			

Tabela 7: continuação

Fumaça Estação: Araucária, Seminário	n° de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
Disponibilidade 24h: 98,6 %	352	8	0	0
	média anual: 5,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ média diária máxima: 129 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (em 20 de agosto de 2003) n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
Fumaça Estação: Araucária, São Sebastião	n° de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
Disponibilidade 24h: 99,5 %	360	3	0	0
	média anual: 1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ média diária máxima: 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (em 30 de maio de 2003) n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			

Em 2003 não houve violações dos padrões da média diária e anual para este poluente. Altas concentrações foram registradas no final do maio e no dia 20 de agosto. Estes períodos são caracterizados pelo comprometimento da visibilidade como mostrado na foto seguinte.

As médias anuais se apresentaram em todas as localidades bem abaixo do padrão primário, que é de 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Em geral a classificação ficou na categoria BOA, mesmo no local mais comprometido, Estação Santa Casa. No **Gráfico 6** vemos que 96 % das médias diárias de Fumaça registradas na Estação Santa Casa no ano de 2003 foram de classificação BOA, mostrando ainda uma tendência de melhoria. Durante o período entre 1990 e hoje a melhoria é significativa, como demonstrado no **Gráfico 7**. Foi registrada em 2003 uma média anual de 6,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor bem inferior ao do ano de 2002, quando foi medido 14,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nos anos anteriores esta média ficava na faixa entre 20 e 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Curitiba, vista do bairro Jardim Social em direção ao Centro no dia 1 de Agosto de 2001 (Foto/Grauer)

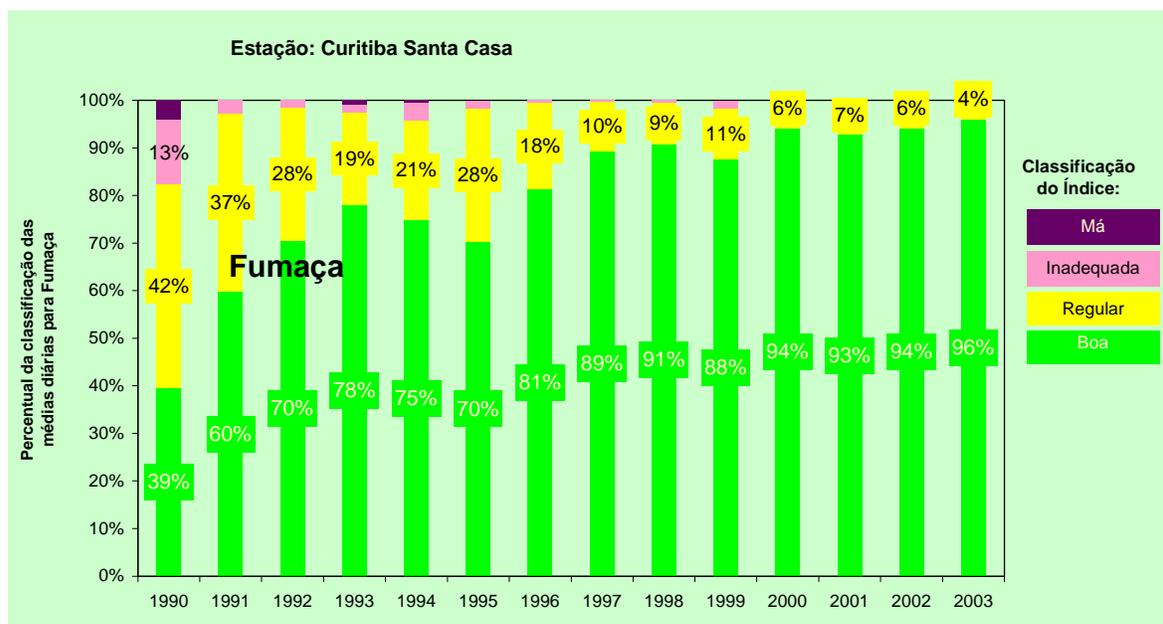


Gráfico 6: Classificação das médias diárias para **Fumaça** na Estação Santa Casa nos anos de 1990-2003

3.2.3 Partículas Inaláveis (PI)

Os analisadores de PTS e PI da estação Ouvidor Pardinho entraram em operação em novembro de 2003. Na Estação Boqueirão, entretanto, ainda existem problemas com estes analisadores não sendo possível apresentar resultados desta última. Temos os seguintes resultados da medição do poluente PI para as Estações Ouvidor Pardinho, CISA e REPAR.

Tabela 8: Resultados do monitoramento de PI

monitoramento de Partículas Inaláveis no ano de 2003				
PI Estação: Curitiba, Ouvidor Pardinho	n° de classificações das médias diárias (novembro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	42	0	0	0
Disponibilidade 24h: 11,5 % ¹⁾	média anual: 15,1 µg/m ^{3 1)} média diária máxima: 31 µg/m ³ (em 10 de dezembro de 2003) n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
PI Estação: Araucária, CISA	n° de classificações das médias diárias (janeiro – dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	190	86	6	0
Disponibilidade 24h: 77,3 % ¹⁾	média anual: 45,9 µg/m ^{3 1)} média diária máxima: 210 µg/m ³ (em 23 de agosto de 2003) n° de ultrapassagens das médias diárias: seis			
PI Estação: Araucária, REPAR	n° de classificações das médias diárias (julho – dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	136	21	0	0
Disponibilidade 24h: 43,0 % ¹⁾	média anual: 34,1 µg/m ^{3 1)} média diária máxima: 138 µg/m ³ (em 22 de agosto de 2003) n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			

Nota: 1) não atende ao critério de representatividade

Nenhuma estação produziu uma média anual representativa o que dificultou nossa avaliação sobre este poluente. O número de seis violações na estação CISA chama atenção e deve ser acompanhado se foi uma situação extraordinária e única ou se este quadro repetir-se-á no ano de 2004.

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 todas as doze localidades em operação durante o ano de 2003 (veja Tabela 4). Os números de classificações das médias diárias, as médias anuais e as médias diárias máximas estão nas **Tabelas 9 e 10**. Só obtivemos médias diárias na classificação BOA nas estações de Curitiba. Em Araucária foram registradas 21 médias diárias na classificação REGULAR e uma INADEQUADA, sendo a estação CISA a localização onde foram observadas quase todas as concentrações altas. Podemos constatar que a situação referente a SO₂ na RMC é boa em Curitiba mas os processos industriais de Araucária que emitem SO₂ requerem um controle mais eficiente.

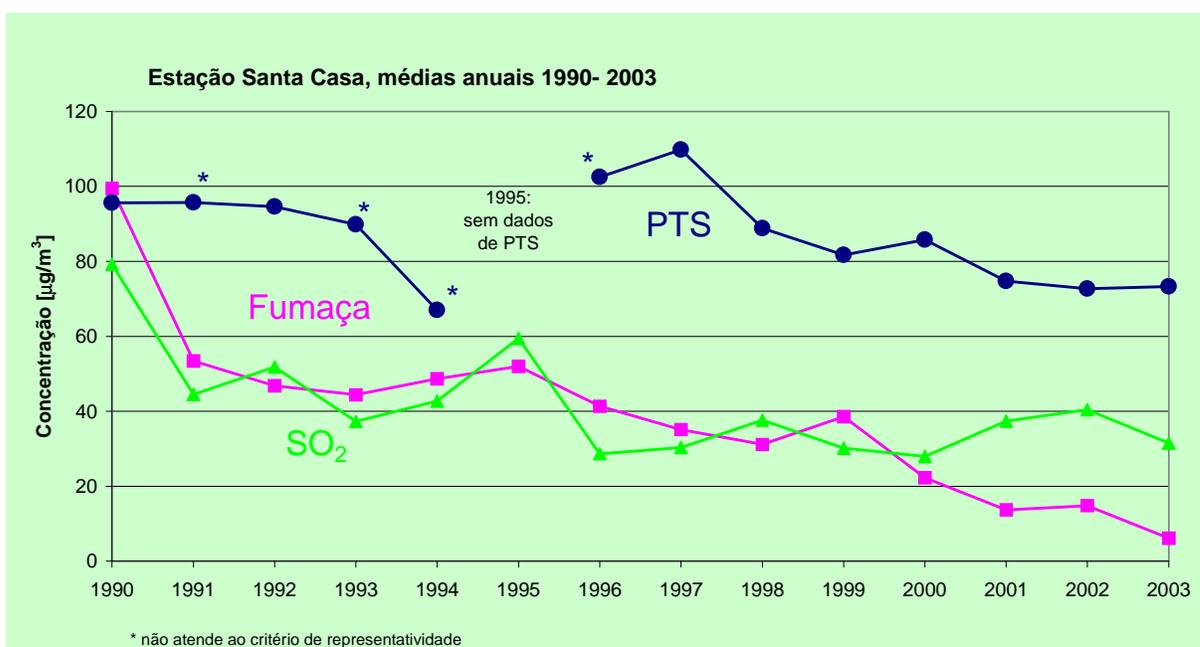


Gráfico 7: Médias anuais para SO₂, Fumaça e PTS no período 1990-2003 na Estação Santa Casa

Curitiba apresenta já há alguns anos uma situação boa com referência ao poluente SO₂ e, no **Gráfico 7**, vemos como a situação melhorou no período de 1990 a 1996. A partir desta data observamos uma situação estável.

Tabela 9: Resultados do monitoramento de SO₂ em Curitiba

monitoramento de SO ₂ no ano de 2003				
SO₂ Estação: Curitiba, Santa Casa Disponibilidade 24h: 99,2 %	n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	362	0	0	0
média anual: 31,5 µg/m ³ média diária máxima: 80 µg/m ³ (em 30 de março de 2003) n° de ultrapassagens das médias diárias: zero				
SO₂ Estação: Curitiba, Santa Cândida Disponibilidade 24h: 23,8 % ¹⁾	n° de classificações das médias diárias (julho - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	80	0	0	0
média anual: 2,2 µg/m ³ ¹⁾ média diária máxima: 7,4 µg/m ³ (em 17 de julho de 2003) n° de ultrapassagens das médias diárias: zero				
SO₂ Estação: Curitiba, Cidade Industrial Disponibilidade 24h: 73,7 %	n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	269	0	0	0
média anual: 5,3 µg/m ³ média diária máxima: 66,5 µg/m ³ (em 06 de setembro de 2003) n° de ultrapassagens das médias diárias: zero				
SO₂ Estação: Curitiba, Boqueirão Disponibilidade 24h: 96,7 %	n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	353	0	0	0
média anual: 3,6 µg/m ³ média diária máxima: 30,5 µg/m ³ (em 18 de março de 2003) n° de ultrapassagens das médias diárias: zero				
SO₂ Estação: Curitiba, Praça Ouvidor Pardiniho Disponibilidade 24h: 97,5 %	n° de classificações das médias diárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	356	0	0	0
média anual: 2,6 µg/m ³ média diária máxima: 20,5 µg/m ³ (em 20 de agosto de 2003) 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 2003				
SO₂ Estação: Araucária Assis automática Disponibilidade 24h: 84,7 %	n° de classificações das médias diárias			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	309	0	0	0
	média anual: 7,2 µg/m ³ (janeiro - dezembro) média diária máxima: 79 µg/m ³ (em 27 de dezembro de 2003) 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: 31,7 µg/m ³ (janeiro - dezembro) média diária máxima: 78 µg/m ³ (em 27 de dezembro de 2003) n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
SO₂ Estação: Araucária, Seminário Disponibilidade 24h: 98,6 %	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	360	0	0	0
	média anual: 24,9 µg/m ³ (janeiro - dezembro) média diária máxima: 72 µg/m ³ (em 03 de outubro de 2003) n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
SO₂ Estação: Araucária, São Sebastião Disponibilidade 24h: 99,5 %	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	362	1	0	0
	média anual: 17,7 µg/m ³ (janeiro - dezembro) média diária máxima: 97 µg/m ³ (em 24 de setembro de 2003) n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
SO₂ Estação: Araucária CISA Disponibilidade 24h: 93,2 %	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	319	18	1	0
	média anual: 31,9 µg/m ³ (janeiro - dezembro) média diária máxima: 491,3 µg/m ³ (em 24 de dezembro de 2003) n° de ultrapassagens das médias diárias: uma			
SO₂ Estação: Araucária UEG Disponibilidade 24h: 37,0 % ¹⁾	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	135	0	0	0
	média anual: 10,5 µg/m ³ (maio- outubro) ¹⁾ média diária máxima: 32,1 µg/m ³ (em 02 de agosto de 2003) n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
SO₂ Estação: Araucária REPAR Disponibilidade 24h: 43,0% ¹⁾	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	157	0	0	0
	média anual: 4,6 µg/m ³ (julho- dezembro) ¹⁾ média diária máxima: 64,8µg/m ³ (em 28 de outubro de 2003) n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			

Nota: 1) não atende ao critério de representatividade

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. Enquanto que nos anos anteriores a grande maioria das concentrações se enquadrava na categoria BOA, temos neste ano de 2003 216 casos na categoria REGULAR e até cinco INADEQUADOS, quatro destes observados na Praça Ouidor Pardini, onde a qualidade do ar é comprometida pelo intenso tráfego motorizado do local. A **Tabela 11** mostra os resultados do monitoramento de CO.

Tabela 11: Resultados do monitoramento de CO

monitoramento de CO no ano de 2003				
CO Estação: Curitiba, Boqueirão	n° de classificações das médias para 8 horas (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
Disponibilidade 1h: 87,8 %	936	58	1	0
média horária máxima: 11108 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (em 11 de novembro de 2003 às 20 hs) média máxima 8 horas: 10035 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (em 7 de novembro de 2003, 08-16 hs) n° de ultrapassagens das médias horárias e de 8 horas: uma				
CO Estação: Curitiba, Praça Ouidor Pardini	n° de classificações das médias para 8 horas (janeiro – novembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
Disponibilidade 1h: 81,2 %	753	158	4	0
média horária máxima: 17521 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (em 21 de agosto de 2003 às 19 hs) média máxima 8 horas: 12196 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (em 19 de julho de 2003, 00-08 hs) n° de ultrapassagens das médias horárias e de 8 horas: quatro				
CO Estação: Araucária, CISA	n° de classificações das médias para 8 horas (janeiro – dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
Disponibilidade 1h: 88,0 %	1005	0	0	0
média horária máxima: 4810 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (em 24 de julho de 2003 às 07 hs) média máxima 8 horas: 2906 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (em 24 de julho de 2003, 00-08 hs) n° de ultrapassagens das médias horárias e de 8 horas: zero				
CO Estação: Araucária, UEG	n° de classificações das médias para 8 horas (maio – dezembro) ¹⁾			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
Disponibilidade 1h: 49,4 % ¹⁾	552	0	0	0
média horária máxima: 6413 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (em 20 de agosto de 2003 às 19hs) média máxima 8 horas: 3550 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (em 22 de agosto de 2003, 16-24 hs) n° de ultrapassagens das médias horárias e de 8 horas: zero				
CO Estação: Araucária, REPAR	n° de classificações das médias para 8 horas (julho – dezembro) ¹⁾			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
Disponibilidade 1h: 42,4 % ¹⁾	471	0	0	0
média horária máxima: 3276 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (em 23 de agosto de 2003 às 01 hs) média máxima 8 horas: 2562 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (em 23 de agosto de 2003, 00-08 hs) n° de ultrapassagens das médias horárias e de 8 horas: zero				

Nota: 1) não atende ao critério de representatividade

O período mais crítico para concentrações elevadas de CO é o inverno, quando predominam condições desfavoráveis para a dispersão dos gases emitidos pelo tráfego, como podemos ver no **Gráfico 8**.

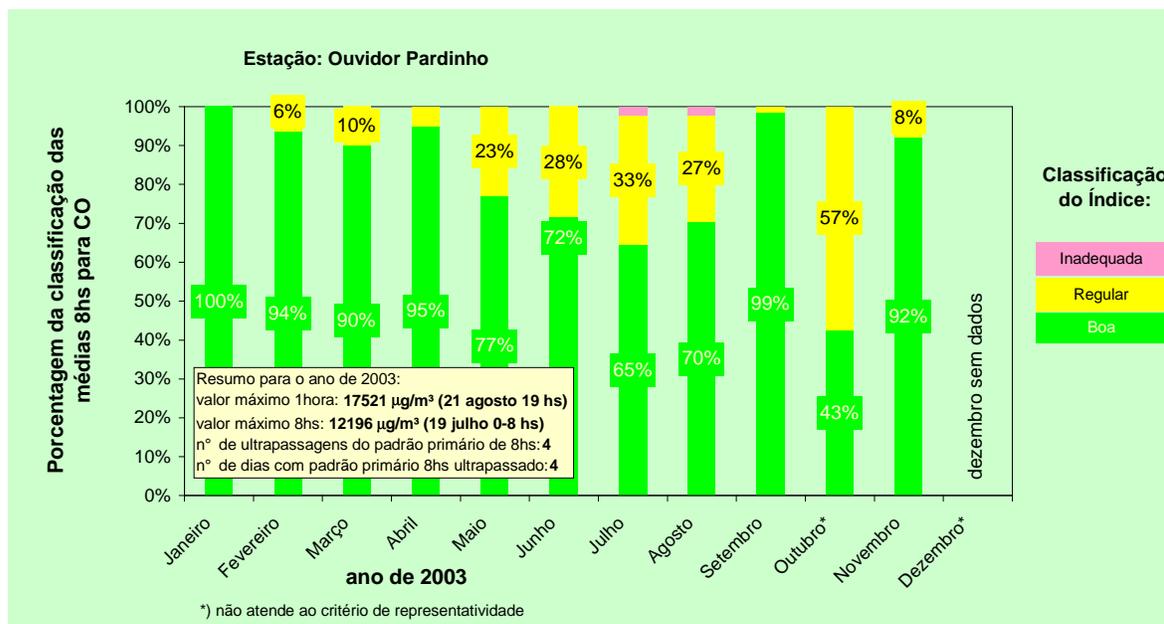


Gráfico 8: Classificação das médias de 8 horas para CO na Estação Ouvidor Pardinho

3.2.6 Ozônio (O₃)

As concentrações de O₃ foram registradas em todas as estações automáticas menos na Estação Santa Cândida. 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 2003				
O₃ Estação: Curitiba Cidade Industrial	n° de classificações das médias horárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	6849	235	0	0
Disponibilidade 1h: 80,9 %	média horária máxima: 158 µg/m ³ (em 21 de setembro de 2003 às 13 hs) n° de ultrapassagens do padrão primário 1h: zero			
O₃ Estação: Boqueirão	n° de classificações das médias horárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	7701	186	0	0
Disponibilidade 1h: 90,0 %	média horária máxima: 140 µg/m ³ (em 03 de fevereiro de 2003 às 14 hs) n° de ultrapassagens das médias horárias: zero			
O₃ Estação: Praça Ouvidor Pardinho	n° de classificações das médias horárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	7054	139	0	0
Disponibilidade 1h: 82,1 %	média horária máxima: 158 µg/m ³ (em 21 de setembro de 2003 às 14 hs) n° de ultrapassagens das médias horárias: zero			

Tabela 13: Resultados do monitoramento de O₃ em Araucária

monitoramento de O ₃ no ano de 2003				
O₃ Estação: Araucária Assis automática	n° de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
Disponibilidade 1h: 54,1 % ¹⁾	4342	395	6	0
média horária máxima: 164 µg/m ³ (em 11 de novembro de 2003 às 11 hs)				
n° de ultrapassagens das médias horárias: seis				
O₃ Estação: Araucária CISA	n° de classificações das médias horárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
Disponibilidade 1h: 88,8 %	7652	129	0	0
média horária máxima: 140 µg/m ³ (em 18 de setembro de 2003 às 16 hs)				
n° de ultrapassagens das médias horárias: zero				
O₃ Estação: Araucária UEG	n° de classificações das médias horárias (janeiro - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
Disponibilidade 1h: 50,6 % ¹⁾	4313	122	0	0
média horária máxima: 142 µg/m ³ (em 02 de outubro de 2003 às 15 hs)				
n° de ultrapassagens das médias horárias: zero				
O₃ Estação: Araucária REPAR	n° de classificações das médias horárias (janeiro – dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
Disponibilidade 1h: 40,9 % ¹⁾	3315	266	3	0
média horária máxima: 192 µg/m ³ (em 05 de setembro de 2003, 11 hs)				
n° de ultrapassagens das médias horárias: três				

Nota: 1) não atende ao critério de representatividade

Pela primeira vez não foram registradas violações em Curitiba para o parâmetro O₃. Em Araucária verificamos nove violações, seis na Estação Assis e três na REPAR. O número de violações para este poluente caiu de 524 no ano de 2000 para 129 em 2001, para 16 em 2002 e finalmente para 9 em 2003. O período do ano onde foram apresentadas altas concentrações de O₃ foi entre agosto e novembro.

Nos **Gráficos 9 e 10** vemos a distribuição da classificação do Índice de qualidade do ar para ozônio durante o ano de 2003 nas duas localidades onde foram registradas violações: nas Estações Assis e REPAR.

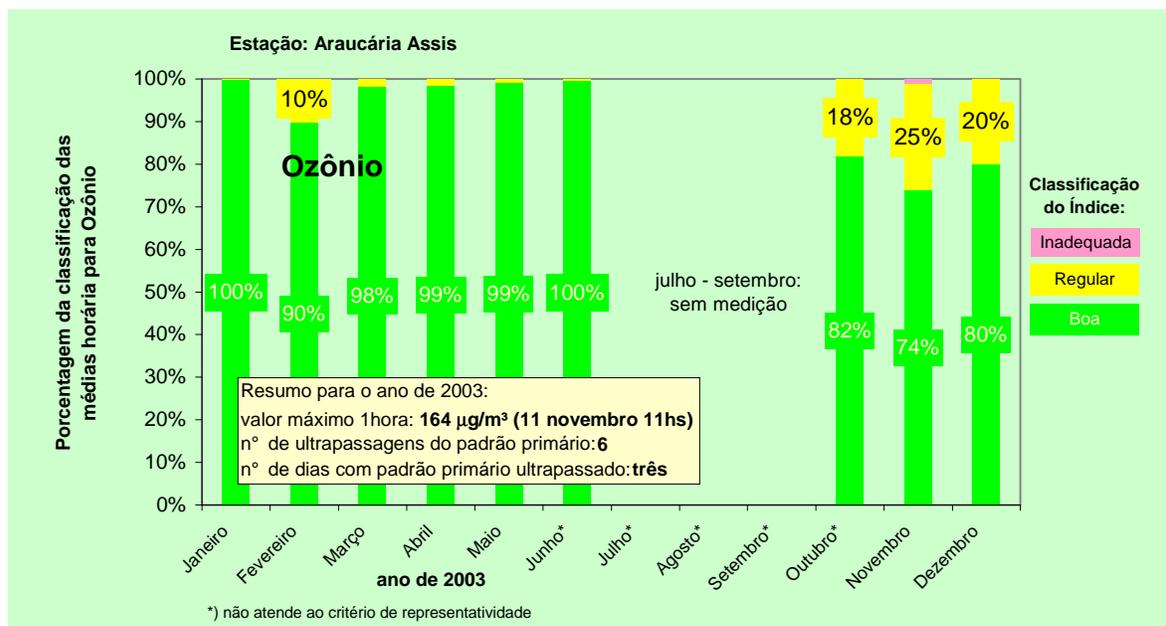


Gráfico 9: Classificação das médias horárias para **Ozônio** na Estação Assis automática

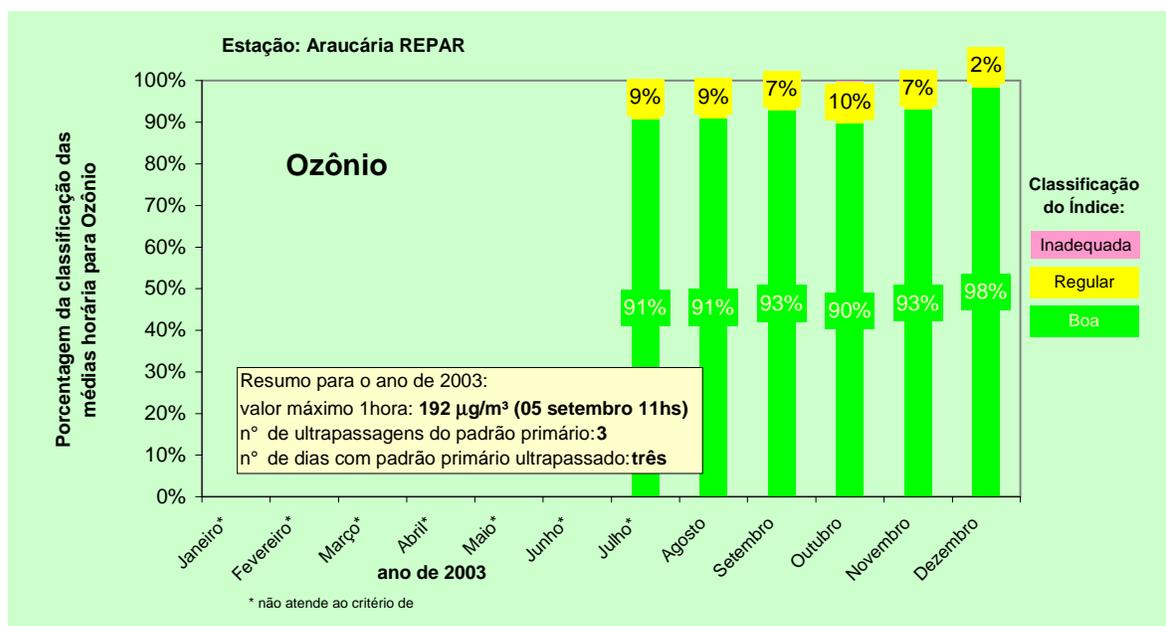


Gráfico 10: Classificação das médias horárias para **Ozônio** na Estação REPAR

3.2.7 Dióxido de Nitrogênio (NO₂)

As concentrações de NO₂ foram registradas em todas as estações automáticas menos na Estação UEG. 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 2003				
NO ₂ Estação: Curitiba Santa Cândida	n° de classificações das médias horárias (junho - outubro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
Disponibilidade 1h: 24,7 % ¹⁾	2117	44	0	0
média anual: 24 µg/m ³ ¹⁾				
média horária máxima: 184 µg/m ³ (em 02 de julho de 2003 às 9 hs)				
n° de ultrapassagens das médias horárias: zero				
NO ₂ Estação: Curitiba Cidade Industrial	n° de classificações das médias horárias (janeiro -agosto)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
Disponibilidade 1h: 33,9 % ¹⁾	2938	31	0	0
média anual: 20,8 µg/m ³ ¹⁾				
média horária máxima: 247 µg/m ³ (em 01 de março de 2003 às 0 hs)				
n° de ultrapassagens das médias horárias: zero				
NO ₂ Estação: Curitiba Boqueirão	n° de classificações das médias horárias (janeiro- dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
Disponibilidade 1h: 95,0 %	8293	33	0	0
média anual: 13 µg/m ³				
média horária máxima: 229 µg/m ³ (em 22 de agosto de 2003 às 19 hs)				
n° de ultrapassagens das médias horárias: zero				
NO ₂ Estação: Curitiba Ouidor Pardinho	n° de classificações das médias horárias (julho - setembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
Disponibilidade 1h: 19,3 % ¹⁾	1613	76	1	0
média anual: 38,3 µg/m ³ ¹⁾				
média horária máxima: 322 µg/m ³ (em 21 de agosto de 2003 às 9 hs)				
n° de ultrapassagens das médias horárias: uma				
NO ₂ Estação: Araucária Assis automática	n° de classificações das médias horárias (abril - dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
Disponibilidade 1h: 56,1 % ¹⁾	4806	106	0	0
média anual: 26,6 µg/m ³ ¹⁾				
média horária máxima: 288 µg/m ³ (em 25 de julho de 2003 às 10 hs)				
n° de ultrapassagens das médias horárias: zero				
NO ₂ Estação: Araucária CISA	n° de classificações das médias horárias (janeiro- dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
Disponibilidade 1h: 28,6%	6047	255	0	0
média anual: 40,6 µg/m ³				
média horária máxima: 315 µg/m ³ (em 24 de junho de 2003 às 9 hs)				
n° de ultrapassagens das médias horárias: zero				
NO ₂ Estação: Araucária REPAR	n° de classificações das médias horárias (julho- dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
Disponibilidade 1h: 43,0 % ¹⁾	3759	5	0	0
média anual: 14,4 µg/m ³ ¹⁾				
média horária máxima: 132 µg/m ³ (em 23 de agosto de 2003 às 8 hs)				
n° de ultrapassagens das médias horárias: zero				

Nota: 1) não atende ao critério de representatividade

Na maior parte do tempo foram observadas BOAS classificações, algumas REGULARES e uma INADEQUADA na Estação Ouvidor Pardinho o que mostra mais uma vez o comprometimento deste local pelas emissões do trânsito. A combinação do intenso tráfego do centro de Curitiba com o período de dispersão desfavorável, encontrado na segunda metade do mês de agosto, causou as altas concentrações de NO_2 e de outros poluentes, não só na Estação Ouvidor Pardinho, como também nas Estações Boqueirão e REPAR. Todas registraram as máximas concentrações horárias de NO_2 entre os dias 21 e 23 de agosto.

3.3 Dias com a qualidade do ar INADEQUADA

O número de dias com a qualidade do ar INADEQUADA caiu de 97, no ano de 2000, para 35, no ano de 2001, e 10 no ano de 2002. No ano de 2003 foram 19 dias, como mostrado no **Gráfico 11**. Acima de cada coluna consta o poluente que causou o enquadramento INADEQUADO. Por exemplo, os dois dias com índice de qualidade do ar considerado INADEQUADO na Estação Ouvidor Pardinho de julho foram ambos causados pelo poluente CO.

O aumento relativo ao ano anterior foi causado principalmente pela maior abrangência do monitoramento, visto que os poluentes PI e CO, responsáveis por 12 destes 19 dias, foram pouco monitorados até o ano de 2002. Portanto, não podemos concluir que o ar piorou na proporção como os números 10 e 19 sugerem. Para fins de comparação com o ano de 2002 teríamos que desconsiderar os 12 dias, chegando assim a um número de 7 dias com índices INADEQUADOS, o que representaria uma melhoria.

Os números mostram claramente a contribuição significativa do tráfego motorizado na poluição do ar em Curitiba e que a implantação da inspeção veicular (a parte ambiental, no mínimo) é urgente, pois certamente resultará na redução das emissões de CO e precursores de ozônio.

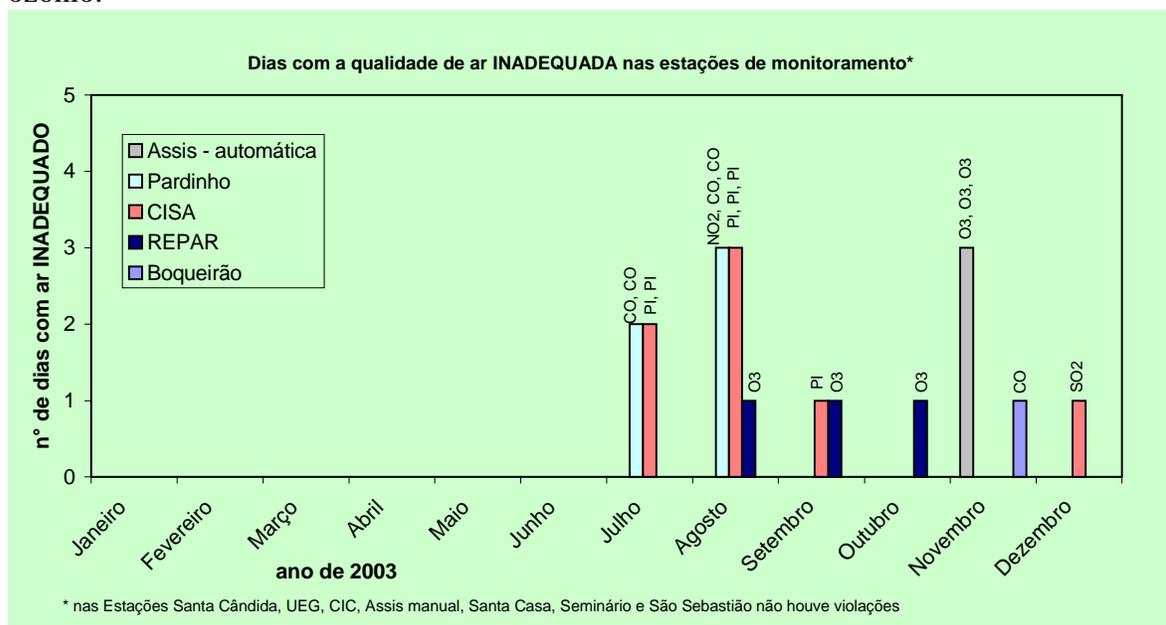


Gráfico 11: Dias com o ar classificado como de qualidade INADEQUADA

4 Conclusão

A Região Metropolitana de Curitiba não pode ser chamada de um lugar poluído. O ar da Região pode ser classificado na maioria das vezes como de BOA qualidade ou REGULAR. O número das violações dos padrões caiu muito nos últimos anos: de 529, no ano de 2000, para 130 no ano de 2001 até 17 no ano de 2002. No ano de 2003 houve 22 violações registradas causando a classificação de 19 dias como INADEQUADOS, devendo ser observado que houve acréscimo de informação pela instalação de duas novas estações no período. As violações observadas para cada poluente são:

- nenhuma para PTS
- nenhuma para Fumaça
- seis para PI
- uma para SO₂
- cinco para CO
- nove 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 na RMC.

PTS:

Registramos aumento deste poluente, de 2002 para 2003, em Araucária e, de forma menos acentuada, em Curitiba. Foi registrada uma média anual em Curitiba de 73,3 µg/m³ (ano anterior: 72,7) e um aumento em Araucária de 40,5 para 51,1 µg/m³. Como no ano anterior, em 2003 não foi registrada nenhuma ultrapassagem do padrão primário diário.

Fumaça:

Observamos uma situação estável em relação ao ano anterior. A concentração deste poluente é na grande maioria das vezes de categoria BOA. Não houve violações do padrão primário, resultado melhor ao dos anos anteriores. A média anual em 2003, comparada com a do ano de 2002 baixou em Curitiba de 14,8 para 6,2 µg/m³. A concentração diária máxima em 2003, de 147 µg/m³, foi menor do que no ano de 2002, quando foi registrado 181 µg/m³. Em Araucária as médias anuais encontraram-se muito baixas, na faixa de 5 µg/m³.

PI:

Com medições em apenas três estações as informações sobre este poluente ainda são reduzidas. Em Curitiba só obtivemos classificações BOAS, enquanto que nas estações de Araucária foram evidenciadas 6 violações. Em Araucária foram registradas médias diárias que enquadraram os índices em 74 % na categoria BOA, e em 24 % na categoria REGULAR. Os 6 casos INADEQUADOS corresponderam a 1,4 % dos registros.

SO₂:

Em Curitiba, todos os registros foram enquadrados na categoria BOA. Em Araucária, a situação não está tão boa, pois 19 registros foram enquadrados na categoria REGULAR e um na INADEQUADA. Praticamente todos os registros não enquadrados na categoria BOA foram medidos na Estação CISA, o que indica que a solução do problema deve ser procurada na região que tem o principal impacto nesta estação.

CO:

Enquanto em Araucária 100 % das medidas foram enquadradas na categoria BOA, o ar de Curitiba apresentou 5 violações do padrão de 8 horas, 4 na Praça Ouvidor Pardinho e uma na Estação Boqueirão. Dos valores obtidos em Curitiba 88 % foram BONS, 11 % REGULARES e 0,3 % INADEQUADOS. O padrão de 1 hora não foi violado.

O₃:

A situação do Ozônio está melhorando. Só registramos 9 violações para este poluente, todas elas em Araucária. Da rede inteira, 96,5 % das médias enquadraram-se como BOAS, 3,4 % REGULARES e 0,02 % como INADEQUADAS.

As concentrações altas de O₃ são causadas pela radiação solar que transforma os precursores, que são hidrocarbonetos e NO_x (NO_x=NO+NO₂), em O₃. Hidrocarbonetos são emitidos por veículos automotores através do cano de escape, como produto de combustão incompleta, ou através de perdas por evaporação. O abastecimento com combustível no posto também libera hidrocarbonetos para a atmosfera. Os processos de queima na indústria geralmente emitem poucos hidrocarbonetos. Uma quantidade maior de hidrocarbonetos pode ser emitida por indústrias químicas ou indústrias de tratamento de superfícies, como por exemplo a 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, gera grandes quantidades de NO_x porque a queima acontece com temperaturas muito elevadas, a qual favorece a formação deste poluente. Se o veículo não possui um catalisador, todo poluente gerado na combustão vai para a atmosfera. Os processos de queima nas indústrias também emitem NO_x, só que lá não operam motores, senão fornalhas, que queimam gás, lenha, óleo, etc. As temperaturas de queima nestas fornalhas não são tão altas como nos motores e por isto os processos industriais geram concentrações de NO_x mais baixas do que os motores.

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

NO₂:

Embora as concentrações do NO₂ se encontrem na grande maioria, na faixa BOA, podemos registrar uma leve tendência a um aumento quando comparamos com o ano de 2002. No ano de 2002, 99,2 % das medições foram classificadas como BOAS, este valor baixou para 98,2 % em 2003. Houve uma violação em Curitiba na Praça Ouvidor Pardinho. O aumento da concentração deste poluente mostra o efeito do crescimento do tráfego motorizado.

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 necessário, também, a utilização de elementos ativos, que são:

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

1: Levantamento das fontes emissoras:

O levantamento é importante porque através dele podemos responder as principais perguntas sobre a gestão da qualidade do ar: Qual é a maior fonte? Onde está localizada? Quais as substâncias emitidas? Qual o potencial para melhorar?

As fontes de emissões atmosféricas são o tráfego e as atividades industriais.

O IAP realizou um levantamento preliminar das emissões industriais, trabalho que subsidiou o estabelecimento dos padrões de emissão para uma grande variedade de processos industriais e que constam na Resolução 041/02 da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

2: Controle das fontes móveis:

Já contamos no Brasil, há algum tempo, com os critérios e controles para a emissão de poluentes para veículos novos, definidos pela União. É de responsabilidade dos Estados o controle das emissões de veículos em uso. Um **Plano de Controle da Poluição por Veículos em Uso** para o Paraná, previsto na legislação nacional, foi elaborado por uma equipe composta por técnicos do IAP, LACTEC e TECPAR e servirá de base para a implantação do **Programa de Inspeção e Manutenção de Emissões e Ruídos de Veículos em Uso, que se encontra em avaliação.**

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

3: Controle das fontes fixas:

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

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

O automonitoramento 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. As atividades potencialmente poluidoras terão que atender aos padrões estaduais de emissão até 2007 e realizar e informar periodicamente ao IAP suas medições.

O procedimento está em plena execução e passa, a partir de agora, a alimentar um banco de informações sobre as emissões das fontes de poluição, que alimentará o inventário estadual, instrumento indispensável à gestão da qualidade do ar.

O Paraná é o único Estado brasileiro a contar com uma legislação completa para gestão da qualidade do ar, inclusive com padrões de emissão para fontes fixas de emissão atmosférica. Esse trabalho pioneiro está agora contribuindo para a Resolução nacional do CONAMA, que está em fase de elaboração.

4: Planejamento de metas e medidas:

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

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

Especialmente, considerando os últimos dois pontos, vemos que existe um potencial para melhorar. 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 SO₂ para a atmosfera, como é o caso de indústrias que queimam óleo pesado (emissão de MP e SO₂) 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 SO₂ 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 considerarmos 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 consequência, o desempenho do catalisador pode cair consideravelmente. Então é possível, que um veículo com catalisador, movido à 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”, abril de 2002

DETRAN-PR, COORDENADORIA DE VEÍCULOS; IBGE/IPARDES: ÍNDICE DE MOTORIZAÇÃO NO ESTADO DO PARANÁ - 1997 a 2002

DETRAN-PR, COORDENADORIA DE VEÍCULOS: FROTA DE VEÍCULOS CADASTRADOS NO ESTADO DO PARANÁ, POR TIPO DE COMBUSTÍVEL, NO ANO DE 2003

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

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE: Guidelines for Air Quality, 1999.

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

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

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

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



ESTAÇÃO AUTOMÁTICA: CURITIBA PRAÇA OUVIDOR PARDINHO

[IPPUC, 2000]

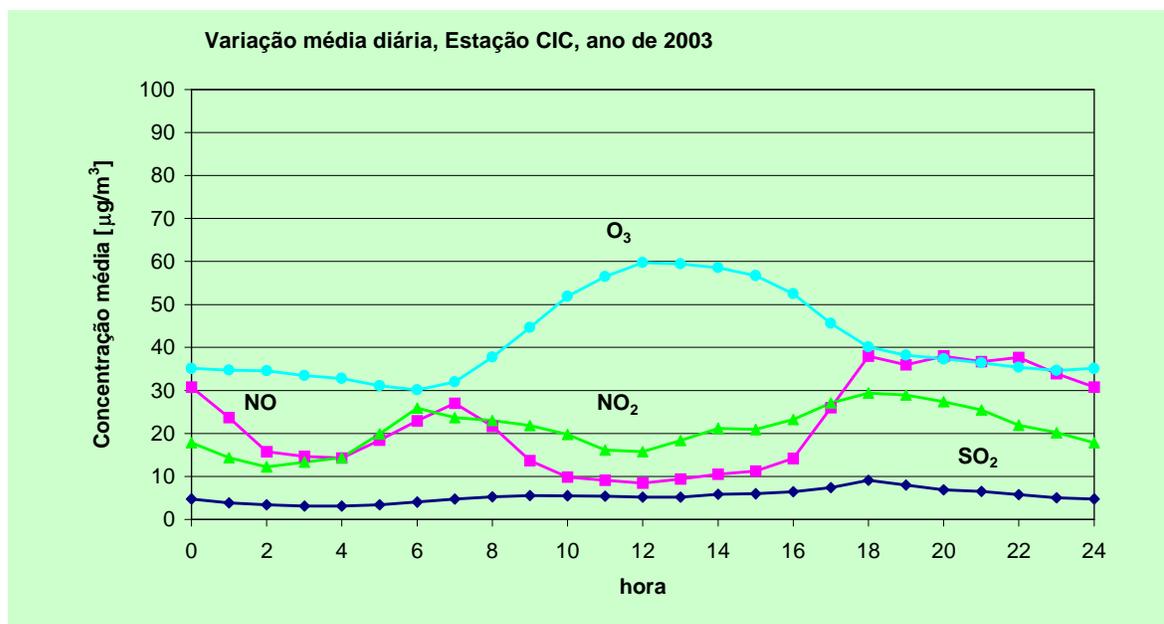
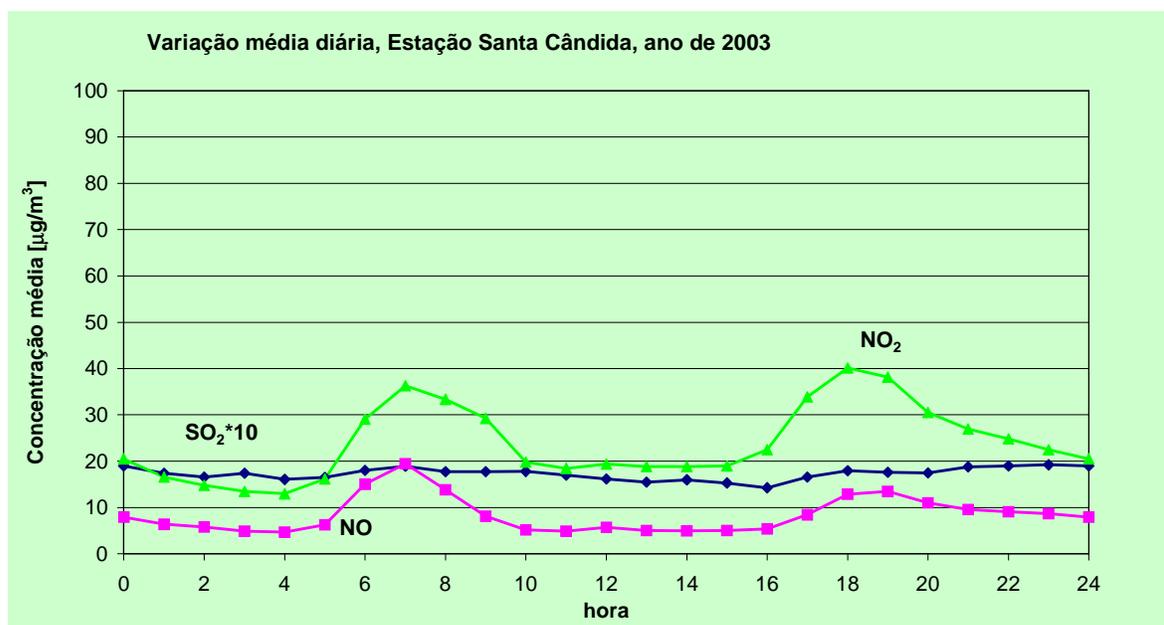


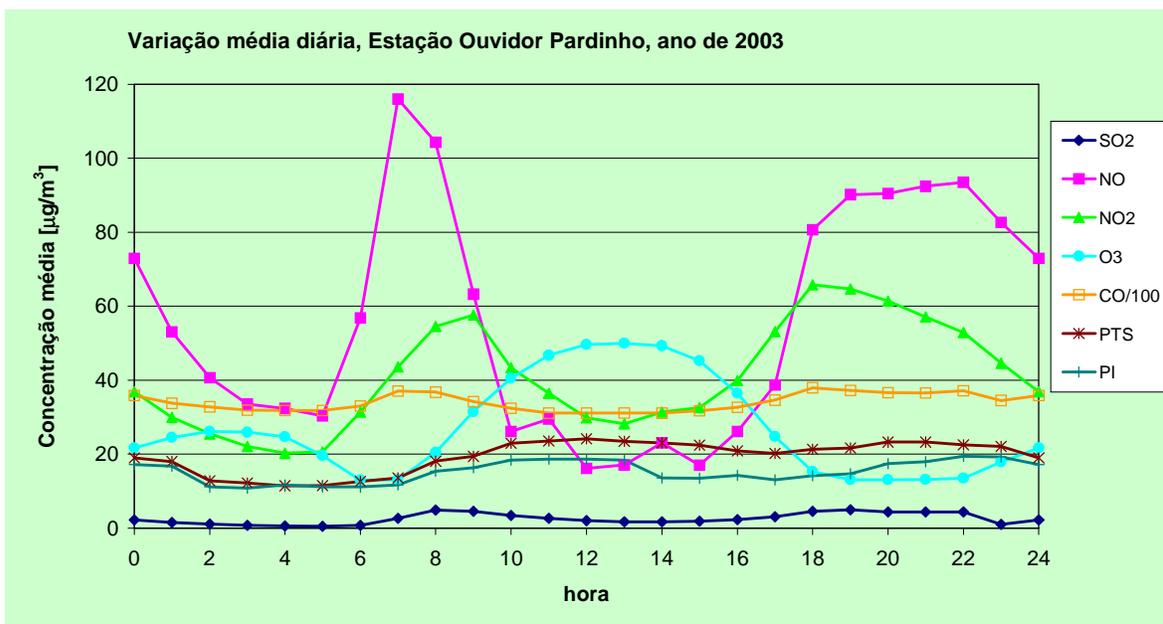
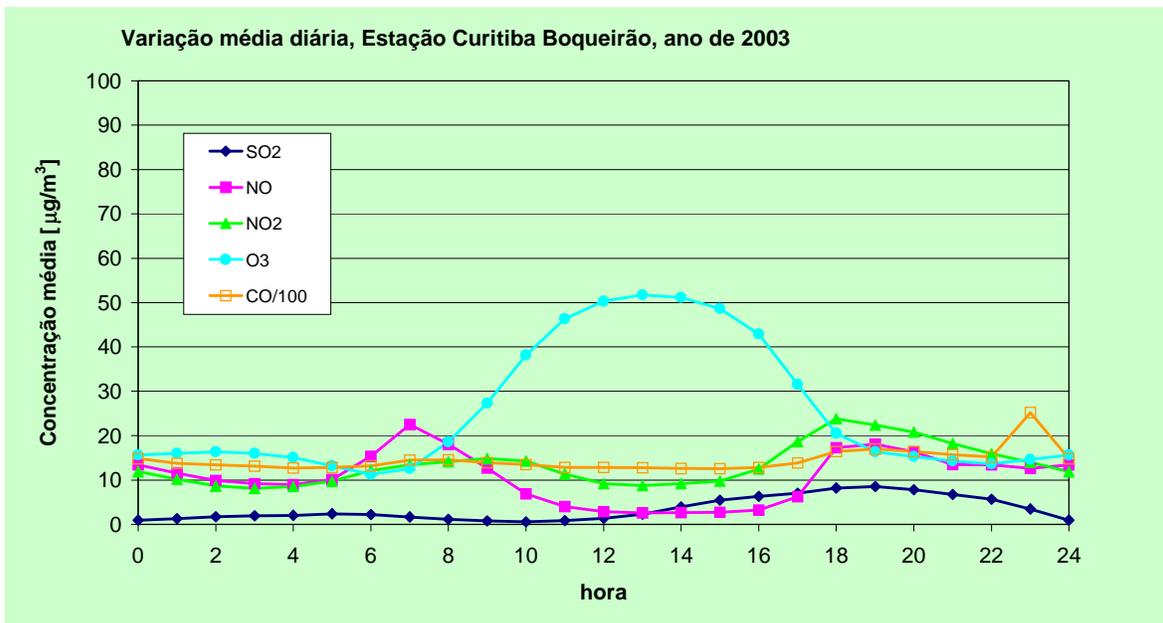
ESTAÇÃO MANUAL: CURITIBA SANTA CASA

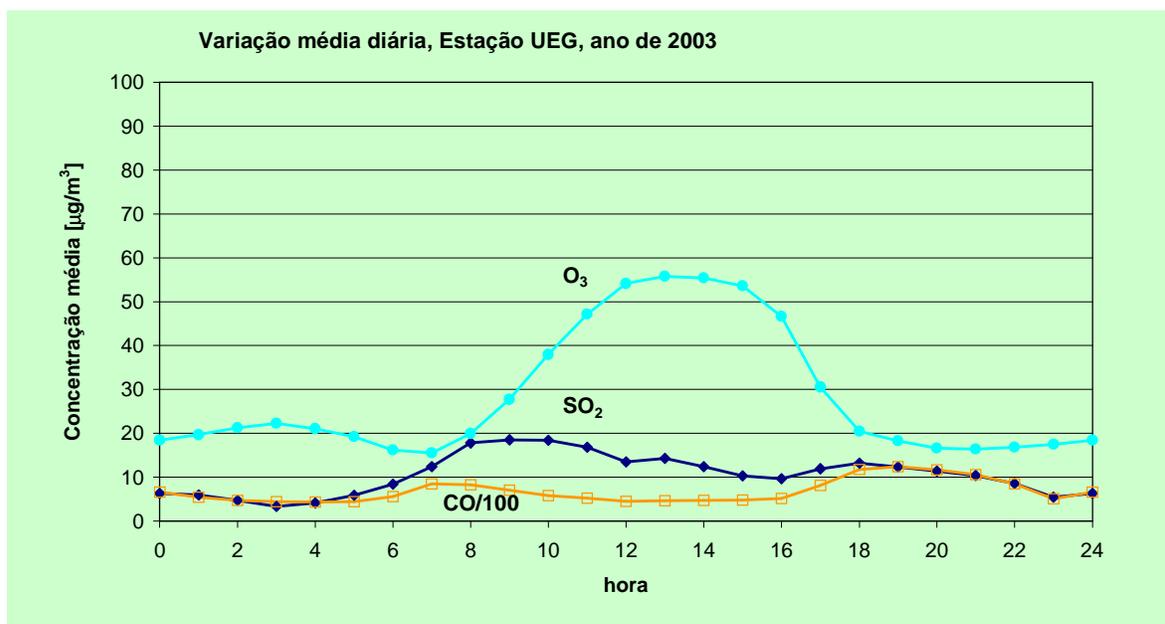
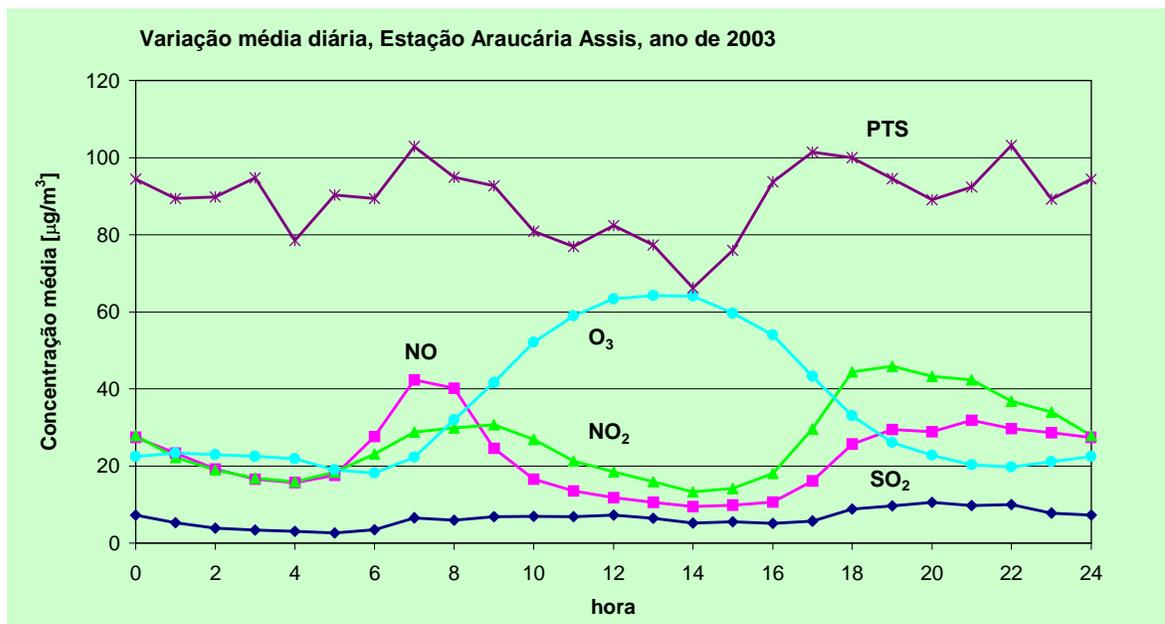
[IPPUC, 2000]

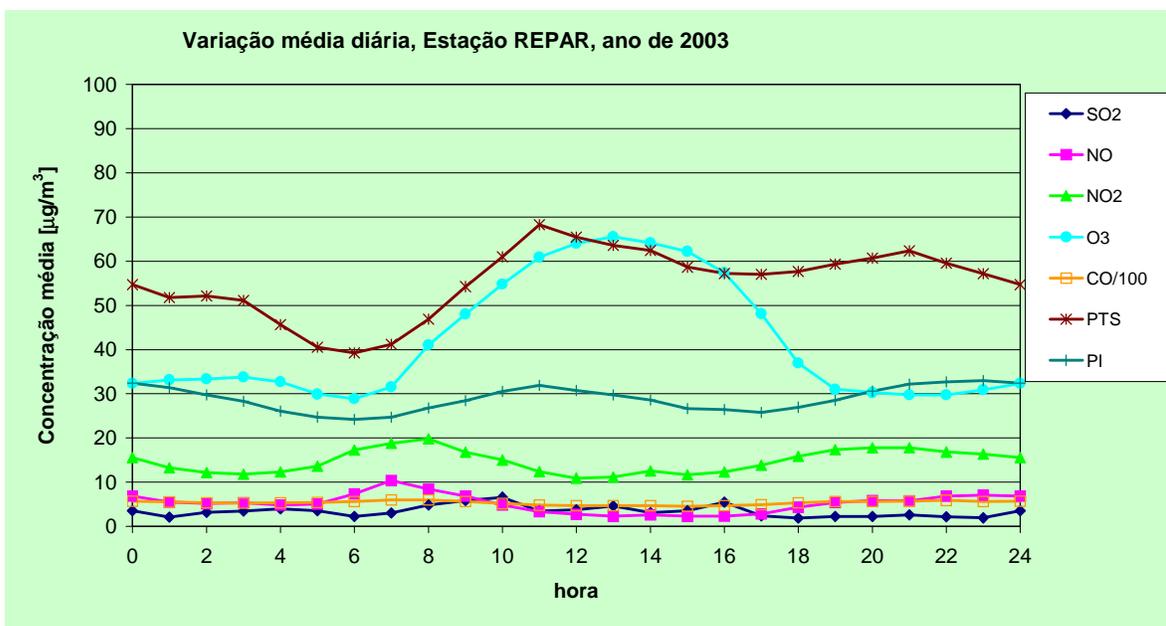
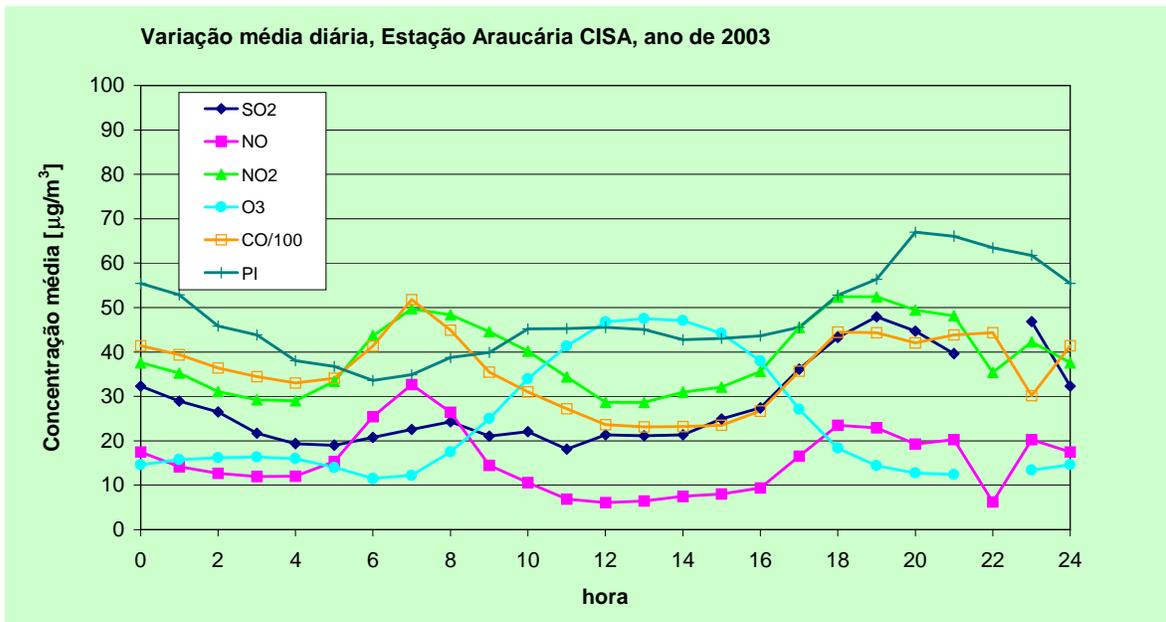
Anexo 2: Variação média diária de SO₂, NO, NO₂, O₃, CO, PI e PTS

- Estação automática: Curitiba Santa Cândida
- Estação automática: Curitiba Cidade Industrial
- Estação automática: Curitiba Boqueirão
- Estação automática: Curitiba Praça Ouvidor Pardini
- 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 Santa Cândida
- Estação automática: Curitiba Cidade Industrial
- Estação automática: Curitiba Boqueirão
- Estação automática: Curitiba Praça Ouvidor Pardini
- Estação automática: Araucária Assis
- Estação automática: Araucária UEG
- Estação automática: Araucária Cisa
- Estação automática: Araucária REPAR

