



Relatório

Qualidade do Ar

na Região Metropolitana de Curitiba

Ano 2001

Junho/2002



Convênios



Instituto de Tecnologia
Para o Desenvolvimento



Prefeitura do Município de Araucária
Secretaria Municipal de Meio Ambiente



Prefeitura do Município de Curitiba
Secretaria Municipal de Meio Ambiente

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ

Governador do Estado do Paraná

Jaime Lerner

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA

José Antonio Andreguetto

Coordenadoria de Recursos Hídricos e Atmosféricos

Luciana Sicupira Arzua Roda

Instituto Ambiental do Paraná - IAP

Mário Sérgio Rasera

Coordenadoria de Estudos e Padrões Ambientais

Ana Cecília Bastos Aresta Nowacki

Divisão de Tecnologia Ambiental

Ivonete Coelho da Silva Chaves

Consultor Técnico

Dr. Andreas Grauer

Fotos da capa:

esquerdo: Estação de Monitoramento de Qualidade do Ar **Santa Cândida**,

direito: Estação de Monitoramento de Qualidade do Ar **Boqueirão**

EQUIPE TÉCNICA

Elaboração

Eng. Químico: Dr. Andreas Grauer- IAP

Analistas

Técnico Químico: Ademir da Silva - IAP

Química: Aymara Tavares Puglielli - IAP

Técnico Químico: João B. Maia – IAP

Amostradores

Geraldo F. da Silva- IAP

Gerolino V. Sales- IAP

João Maria de Souza Lima- IAP

Nelson Budel- IAP

Renato Andrade- IAP

Rubens H. Castro- IAP

Operação das estações automáticas

Químico: Eliseu Esmanhoto – LACTEC

Química: Dra. Sandra Mara Alberti – LACTEC

Eng. Elétrico: Adilson Miguel Luz - LACTEC

Estagiária de Engenharia Química da PUC: Geanine Luz - 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

Colaboração

Estagiário de Engenharia Ambiental da UFPR: Michel Souza Marques- IAP

Apresentação

Tenho a honra de apresentar este segundo relatório sobre a qualidade do ar, destinado ao público interessado na qualidade do ar que respiramos na Região Metropolitana de Curitiba, na composição e grau de comprometimento desse “alimento” tão básico para a vida e ao mesmo tempo impossível de escolher, pois temos que respirar o tipo de ar que nos rodeia.

Recebi nos últimos oito meses muitos comentários sobre o nosso primeiro relatório, na grande maioria positivos, e fico muito agradecido por isto. Mas agradeço também aos comentários críticos que são imprescindíveis para melhorar. Um ponto que espero que melhore é a divulgação. Mesmo depois de sete meses de presença ininterrupta do relatório 2000 na Internet tivemos que ler na GAZETA DO POVO, que o IAP não divulga dados sobre a qualidade do ar. Aqui vejo um potencial para melhorar.

São apresentados resultados do monitoramento da qualidade do ar em Curitiba e em Araucária, executados pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP) desde 1985 com estações manuais, recentemente completadas com automáticas, e pelo Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC) desde 1998 com estações automáticas. Portanto, bem antes de 1992, quando entraram em vigor os padrões de qualidade do ar no Estado do Paraná, estes já eram monitorados, assim demonstrando a importância que o Governo do Estado atribui ao assunto. Ao LACTEC dirijo meu agradecimento pela boa cooperação e pela gentileza de nos fornecer os resultados das suas três estações automáticas de monitoramento. Sem estes, o relatório teria ficado incompleto.

O principal objetivo do relatório é o de informar à população se atendemos ou não aos padrões de qualidade do ar e, se este for o caso, onde, em que época e com qual frequência isto acontece. O relatório também documenta o esforço que o IAP está fazendo na área de controle de poluição atmosférica, mas ficaria incompleto se não tentasse responder às questões que os resultados apresentados pretendem suscitar. Por exemplo, qualquer violação de um padrão vai inevitavelmente provocar a pergunta: “Qual a consequência? O quê fazer para recuperar o padrão, aquilo que o cidadão e a natureza em geral têm direito?” Para estas questões o relatório dá algumas orientações. É uma das tarefas principais do relatório a de acompanhar e avaliar a eficiência das medidas tomadas de modo quantitativo e objetivo. A apresentação em ritmo anual oferece para isto uma boa base para resumir. Para satisfazer a necessidade de informação atual estamos montando a estrutura para disponibilizar a qualidade do ar nas nossas estações on-line na Internet, disponibilizando assim de uma informação abrangente do assunto.

Gostaria de agradecer a colaboração da minha esposa e professora de português, Laura, pelas dicas na confecção do texto.

Boa leitura.

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



PREFÁCIO

É com grande satisfação que apresentamos o Relatório da Qualidade do Ar na Região Metropolitana de Curitiba – Ano 2001 à população do Estado do Paraná e em particular à de nossa maior Região Metropolitana.

Pelo segundo ano consecutivo estamos divulgando os resultados do monitoramento da qualidade do ar executado pelo IAP – INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ, e através da Cooperação Técnica com o LACTEC e as Prefeituras Municipais de Araucária e Curitiba.

O presente relatório demonstra mais uma vez a seriedade e a importância com que o Governo do Paraná vem conduzindo a gestão ambiental em nosso Estado, e objetiva fornecer informações à toda sociedade do Paraná sobre a qualidade do ar que respiramos.

A retomada de atividades negligenciadas em governos anteriores, bem como a ampliação da rede de monitoramento e a contratação de consultor técnico altamente especializado junto à República Federativa da Alemanha, são exemplos de nossas ações nos últimos anos.

Brevemente estaremos iniciando a operação de mais duas estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar em Araucária, viabilizadas como medidas compensatórias da implantação de empreendimentos na Região Metropolitana de Curitiba.

Com a conclusão dos estudos necessários, estamos também encaminhando Projeto de Lei de controle da poluição atmosférica, e estabelecendo Resolução com os padrões de emissão para fontes fixas em todo o Estado.

Estamos assim conduzindo o Programa de Gestão da Qualidade do Ar, demonstrando o conhecimento da qualidade do meio ambiente, ao mesmo tempo em que ao estabelecermos mecanismos de controle das fontes poluidoras, garantimos a qualidade vida da população paranaense.

José Antonio Andreguetto
Secretário de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Sumário	Página
Apresentação	4
Prefácio	5
1 Introdução	7
1.1 A qualidade do ar é uma responsabilidade coletiva	7
1.2 Poluição atmosférica	7
1.3 Poluentes atmosféricos	8
1.4 Origem da poluição atmosférica	8
1.5 Padrões e Índice de qualidade do ar	9
1.6 Efeitos da poluição atmosférica	11
2 Monitoramento da qualidade do ar na Região Metropolitana de Curitiba (RMC)	13
2.1 Dados gerais	13
2.2 Aspectos climáticos e meteorológicos	13
2.3 Motivação do monitoramento	14
2.4 Localização das estações e conceito do monitoramento	15
3 Resultados do monitoramento da qualidade do ar	18
3.1 Representatividade dos dados	18
3.2 Parâmetros da qualidade do ar	18
3.2.1 Partículas Totais em Suspensão (PTS)	19
3.2.2 Fumaça	21
3.2.3 Partículas Inaláveis (PI)	22
3.2.4 Dióxido de Enxofre (SO ₂)	23
3.2.5 Monóxido de Carbono (CO)	25
3.2.6 Ozônio (O ₃)	25
3.2.7 Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	30
3.3 Dias com a qualidade do ar INADEQUADA	31
4 Conclusão	32
4.1 Situação atual da qualidade do ar na RMC	32
4.2 A gestão da qualidade do ar	34
4.3 Gás natural - uma solução para emissões veiculares?	35
5 Bibliografia	37
Anexo 1: Localização das estações de monitoramento de Curitiba	38
Anexo 2: Variação média diária de O₃, NO, NO₂ e SO₂	43
Anexo 3: Concentração média em função da direção do vento	45

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 despercebida embora 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 10.000 litros de ar todo dia. A presença desta quantidade de ar, de boa qualidade, por muito tempo não era a preocupação do homem, pois a abundância de ar era uma naturalidade. Hoje estamos sabendo que todos os recursos naturais, inclusive o ar, são finitos. Mesmo se as atividades humanas não “gastam” o ar de forma a acabar com o gás, alteramos 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 por exemplo, a chuva, com quais os poluentes são removidos. Então só podemos lançar poluentes na atmosfera na medida que estas substâncias podem ser suportadas pelos processos purificadores, caso contrário haverá uma acumulação.

O ar basicamente é composto de 78% de Nitrogênio e 21% de Oxigênio. Além dessas substâncias o ar puro e seco contém mais alguns gases em quantias pequenas que juntos somam apenas 1%. Mesmo tão importante para nossa sobrevivência, o ar que consumimos com a nossa respiração e com os processos técnicos, que podem precisar de muito mais ar que a nossa respiração, o ar continua sendo gratuito. Um exemplo: a queima de um litro de gasolina precisa a quantidade de ar que um adulto respira durante 24 horas. Já houve uma tentativa a aproximadamente 3.000 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 pertencendo a ninguém. Em lugar de considerar que seja de ninguém podemos com a mesma razão considerar que o ar é de todos. Desta forma temos mais facilidade de responsabilizar-nos pelo ar: O ar é de todos, e portanto cuidar da sua qualidade é uma responsabilidade coletiva!

1.2 Poluição atmosférica

O termo “poluição” é pejorativo e 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). Então não podemos considerar qualquer atividade que altera a composição da atmosfera como poluição. Entendemos como poluição atmosférica a presença ou o lançamento de uma substância na atmosfera que fica acima de um limiar de aceitabilidade para o bem-estar de seres humanos, animais, infra-estrutura ou do meio ambiente em geral. Então isto significa também que o conceito da poluição é algo dinâmico, porque nós definimos os limites. O que nós consideramos hoje permitido, futuramente com padrões mais rígidos, poderá ser considerado poluição. Isto já é um fato para as emissões veiculares. Para veículos novos hoje são aplicados limites de emissão bem mais rigorosos do que há alguns anos atrás. Então a venda de um veículo novo com as mesmas emissões que a 10 anos atrás hoje seria considerado uma poluição.

1.3 Poluentes atmosféricos

Poluentes atmosféricos são as substâncias gasosas, sólidas ou líquidas presentes na atmosfera que podem causar alterações na forma de poluição. Quando estas substâncias são diretamente emitidas pelos processos são chamadas poluentes primários, como por exemplo no caso de Monóxido de Carbono (CO), Monóxido de Nitrogênio (NO) ou Dióxido de Enxofre (SO₂). Concentrações altas de poluentes primários são registradas na proximidade 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 a radiação solar. Neste caso chama-se 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 conhecer os lugares onde registramos altas concentrações. Mesmo em lugares afastados das fontes dos precursores, podemos encontrar altas concentrações, por exemplo, de Ozônio. Em geral, possíveis 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 tanto ser de origem natural quanto causado pelas atividades humanas, ou também chamadas antropogênicas. É importante saber que o monitoramento da qualidade do ar sempre analisa o conjunto das duas fontes. Porém não podemos influenciar 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. É claro que não podemos chamar processos naturais de poluição. Por outro lado, uma substância, por exemplo liberada por um incêndio natural da floresta, não apresenta nenhuma diferença de uma substância de 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 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, chamado também de fontes móveis, é a fonte predominante em todos os grandes centros urbanos de hoje. A frota motorizada no Paraná contou no ano 2001 com 2.454.784 veículos [DETRAN-PR, motorização], o que significa um aumento de 5,1% em relação ao ano 2000. Só na capital já temos 702.991 veículos motorizados, ou 42,9 por 100 habitantes, o que corresponde a um aumento de 4,9% [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. E 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 possibilite 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 o ano passado 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 sete postos de abastecimento e dezoito oficinas credenciadas para conversão. Até o presente

momento, já são 1850 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.º 348, de 14/03/90 e Resolução CONAMA n.º 03/90 foram estabelecidos os padrões nacionais de qualidade do ar. O Secretário de Estado do Meio Ambiente confirmou estes padrões através da Resolução SEMA n.º 06/92. Portanto, os padrões paranaenses são os mesmos que os nacionais. Ficaram assim estabelecidos para todo território do Estado do Paraná padrões primários e secundários de qualidade do ar para os sete seguintes parâmetros:

- 1) Partículas Totais em Suspensão (PTS)
- 2) Fumaça
- 3) Partículas Inaláveis (PI), (Obs: outra nomenclatura o chama PM₁₀)
- 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 03/90, SEMA n.º 06/92)

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

Nota: 1) Ficam definidas como condições de referência a temperatura de 25°C e a pressão de 101,32 kPa
 2) Média geométrica para PTS, para as 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. Ainda, o padrão primário não é uma proteção ampla, não é uma proteção da natureza inteira. É expressamente apenas o mínimo, uma proteção da saúde da população contra danos da poluição atmosférica e 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 desejado de concentração de poluentes, constituindo-se em meta de longo prazo.

Os padrões regulamentados pela Resolução SEMA n.º 06/92 e os respectivos tempos de amostragem estão listados na **Tabela 1**. Há para todos poluentes um padrão de curto prazo (horas) e outro que se aplica para longo prazo, menos 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.º 05/89 estabeleceu três 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, então 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. Enquanto esta definição não for feita serão adotados os padrões primários de qualidade do ar. Esta classificação está sendo feita no Paraná e por isso ainda aplica-se em geral o padrão primário.

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.º 06/92)

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

Nota: 1) corresponde a uma concentração volumétrica de 15 ppm
 2) corresponde a uma concentração volumétrica de 30 ppm
 3) corresponde a uma concentração volumétrica de 40 ppm

Para facilitar a divulgação da informação sobre o estado da qualidade do ar e ao mesmo tempo para 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 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, então 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 [µg/m ³]	Fumaça 24 h [µg/m ³]	PI 24 h [µg/m ³]	SO ₂ 24 h [µg/m ³]	O ₃ 1 hora [µg/m ³]	CO 8 h [ppm]	NO ₂ 1 hora [µg/m ³]
0-50	BOA	0-80	0-60	0-50	0-80	0-80	0 – 4,5	0-100
51-100	REGULAR	80-240	60-150	50-150	80-365	80-160	4,5 – 9,0	100-320
101-199	INADEQUADA	240-375	150-250	150-250	365-800	160-400	9,0 – 15	320-1.130
200-299	MÁ	375-625	250-420	250-420	800-1.600	400-800	15 – 30	1.130-2.260
300-399	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 relativamente fáceis de estudar, porém acontecem com relativa pouca frequência.

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

Agora cabe a pergunta: por que há tanta necessidade de conhecer os efeitos da poluição atmosférica se temos padrões de qualidade do ar exatamente para nos proteger contra esses efeitos? Realmente, abaixo do padrão primário podemos assumir, com certa razão, que não há efeito para a saúde da população pois desta forma consta a definição do padrão primário na legislação. Por outro lado sabemos que existe um padrão secundário, um padrão mais rigoroso que garante um menor nível de impacto adverso. Vemos então que um padrão de qualidade do ar não é um limite abaixo do qual estamos absolutamente seguros e tampouco adoeceremos automaticamente caso o padrão seja ultrapassado. Mas a probabilidade de adoecermos aumenta! Isto vale especialmente para pessoas mais sensíveis à poluentes como crianças e idosos. Sabemos de um estudo sobre crianças de São Paulo que perderam parte da sua capacidade pulmonar [FOLHA DE S.PAULO, 18/09/2000]. Essa queda não significa que as crianças, necessariamente, estejam doentes, mas as torna muito mais suscetíveis a problemas respiratórios no futuro. Outro estudo em São Paulo demonstrou que um aumento de 10 µg/m³ da média diária de PI 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 µg/m³ da média anual de PTS [PENNA E DUCHIADE, 1991]. Um recente estudo de Marburg/Alemanha chegou ao resultado que

concentrações elevadas de Ozônio aumentam a probabilidade em adoecer de alergia ou asma [SPIEGEL ONLINE, 20/06/2001]. Logo, podemos concluir que mesmo abaixo dos padrões de qualidade do ar, os efeitos da poluição atmosférica existem, embora estejam limitados a um nível aceito na 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 SO₂. 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.

Os efeitos 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 com a consequência que vai o expulsando do ambiente poluído. A eliminação de espécies é chamado perda de biodiversidade. Seguramente não é um ganho estético se hoje nos centros de grandes cidades 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 certos materiais de construção, como por exemplo 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 cobre com 25 municípios uma área de 13.041 km² e conta com uma população de 2.858.199 habitantes [IPARDES, ano 2001] apresentando uma taxa de crescimento da população de 18% em relação a 1996. A área urbana da RMC se estende a 1.051 km² o qual corresponde a 8,1% da área total [COMEC, 2001]. Fora de Curitiba existem mais três municípios na RMC com uma população acima de 100.000 habitantes: São José dos Pinhais, Colombo e Pinhais, e até o final do ano 2002, provavelmente também Almirante Tamandaré.

2.2 Aspectos climáticos e meteorológicos

A RMC é localizada no primeiro Planalto do Estado do Paraná com um clima subtropical e úmido. Os invernos são brandos com geadas ocasionais e temperaturas mínimas cerca de -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 algo menos 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**.

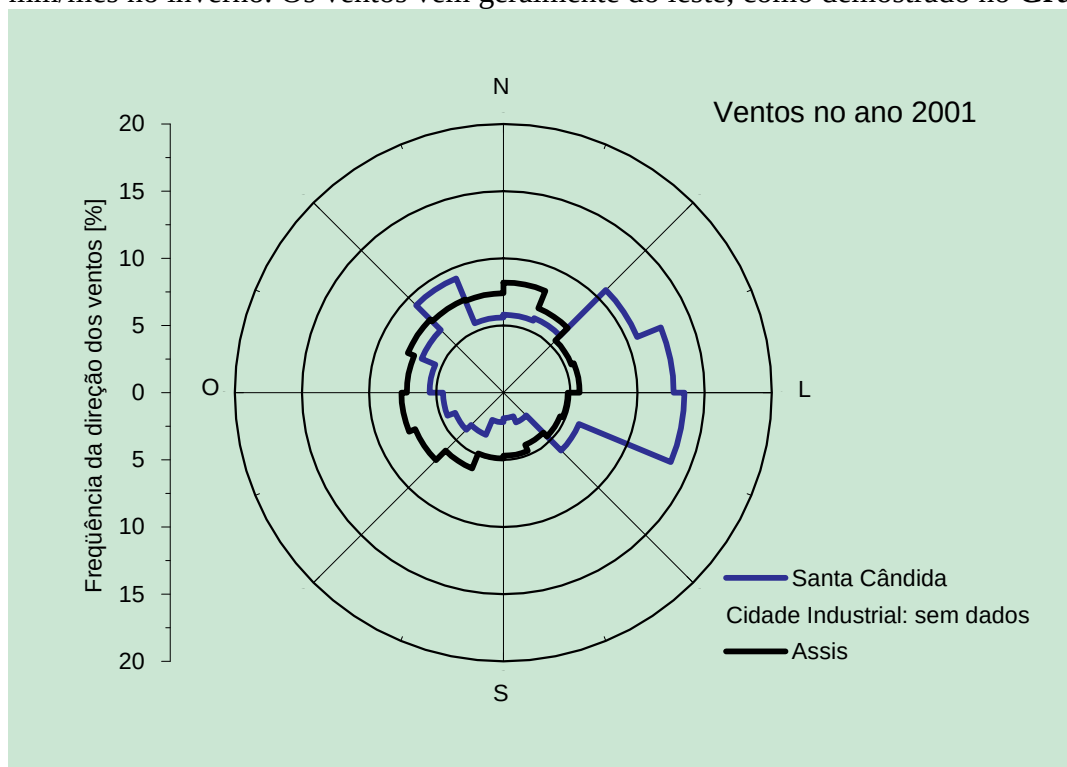


Gráfico 1: Frequência dos ventos em duas estações de monitoramento da qualidade do ar

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 esta 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 no ano anterior de certo poluente não significa necessariamente que foi lançado menos

para a atmosfera, também pode ser causado pelas condições mais favoráveis à dispersão. No **Gráfico 2** vemos como foram as condições de dispersão no período de Março à Dezembro de 2001 na média das três estações automáticas, Santa Cândida, Cidade Industrial e Assis, 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 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.

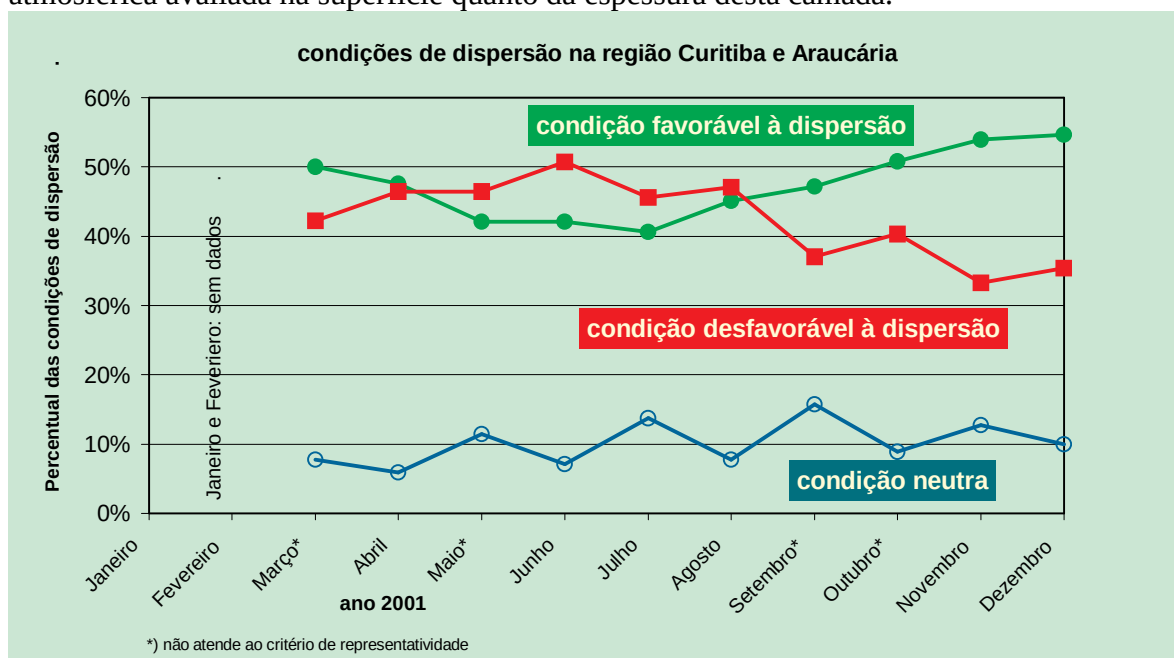


Gráfico 2: Condições de dispersão para as estações Santa Cândida, Cidade Industrial e Assis

Podemos observar como entre Maio e Agosto as condições desfavoráveis à dispersão prevalecem, enquanto no restante do ano, encontramos geralmente condições favoráveis à dispersão.

2.3 Motivação do monitoramento

A motivação para o controle de poluição atmosférica é baseada 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

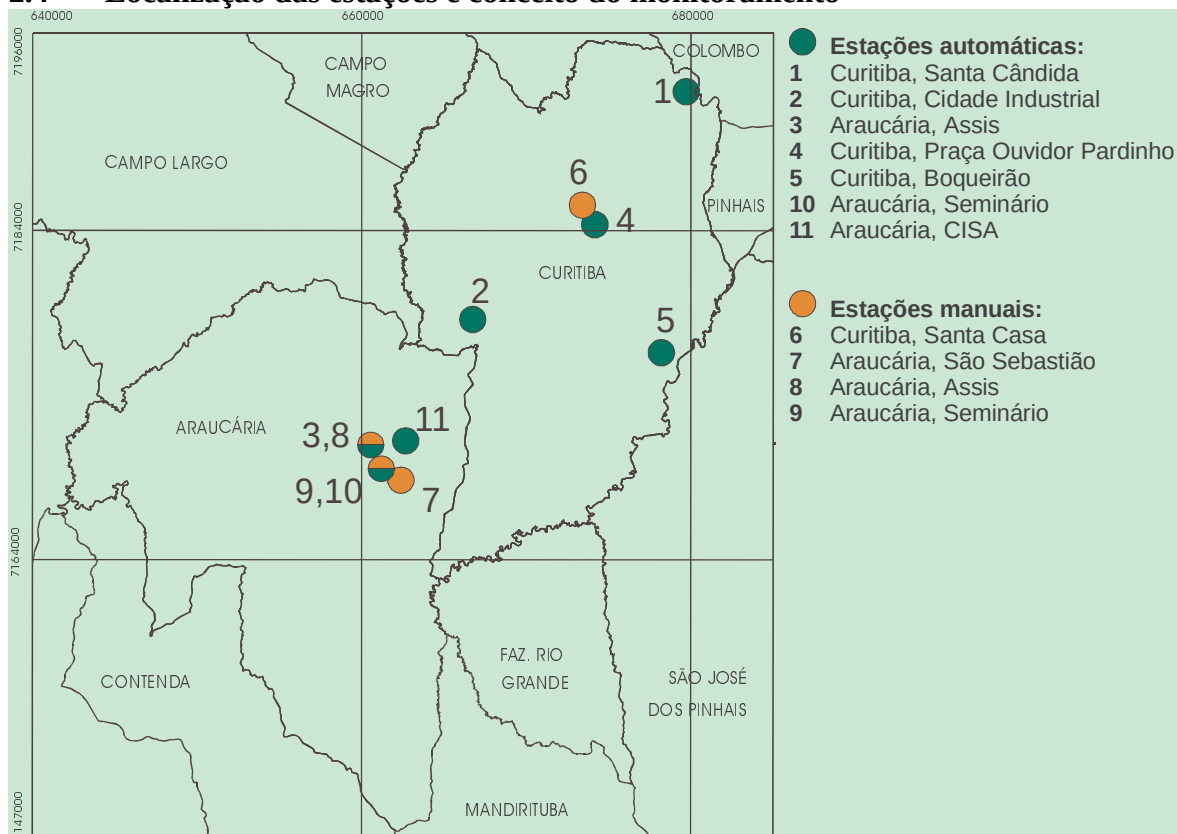


Figura 1: Localização das estações de monitoramento de qualidade do ar na RMC

A localização geral das estações de monitoramento dentro dos municípios Curitiba e Araucária é mostrada na **Figura 1**. Para as estações de Curitiba, consta no Anexo 1 mapa da localização das mesmas nos bairros.

O monitoramento na RMC começou no ano 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 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 2000. Ela também é equipada para o monitoramento de parâmetros meteorológicos e os componentes NO₂, O₃, SO₂ e PTS. Em Setembro 2001 entrou em operação a estação automática no bairro do Boqueirão e agora em meados de 2002, próximo ao Centro, na praça Ouvidor Pardiniho, ao lado da Avenida Getúlio Vargas, está sendo inaugurada outra. No município de Araucária planejamos mais duas estações automáticas para o funcionamento no ano 2002, uma na praça Seminário na zona central, outra no bairro Sabiá, no terreno da empresa CISA. 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 analisados		Período de funcionamento
			Poluentes	Meteorologia	
a u t o m á t i c a	1) Santa Cândida	Nordeste de Curitiba, Bairro Santa Cândida/ bairro	SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃	Todas as estações: Temperatura, Umidade relativa, Radiação global, Radiação UV, Pressão, Velocidade e direção do vento Equipamento adicional nas estações Praça Ouvidor Pardinho e Boqueirão : Intensidade de chuva	desde 1998
	2) Cidade Industrial	Oeste de Curitiba, Bairro Cidade Industrial/ industrial	SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃		desde 1998
	3) Assis automática	Centro/Norte de Araucária, Bairro Vila Nova/ industrial	SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ , HCT ²⁾ , HCMM ³⁾ , PTS		desde Abril 2000
	4) Praça Ouvidor Pardinho	Região central de Curitiba, Bairro Rebouças/ centro	SO ₂ , NO, NO ₂ , CO, O ₃ , HCT ²⁾ , HCMM ³⁾ , PTS, PI		a ser instalada
	5) Boqueirão	Sudeste de Curitiba Bairro Boqueirão/ bairro			desde Setembro 2001
	10) Seminário automática	Região central de Araucária, Bairro Sabiá/ industrial e centro	SO ₂ , NO, NO ₂ , CO, O ₃ , PI, NH ₃	Temperatura, Pressão, Velocidade e direção do vento	a ser instalada
	11) CISA	Centro/Nordeste de Araucária, Bairro Sabiá/ industrial	SO ₂ , NO, NO ₂ , CO, O ₃ , HCT ²⁾ , HCMM ³⁾ , PI	Temperatura, Radiação global, Radiação UV, Pressão, Velocidade e direção do vento	a ser instalada
m a n u a l	6) Santa Casa	Região central de Curitiba, Bairro Centro/ centro	Fumaça, SO ₂ , PTS, NH ₃	sem medição de parâmetros meteorológicos	desde 1985
	7) São Sebastião	Centro/Leste de Araucária, Bairro Tindiquera/ bairro ⁵⁾	Fumaça, SO ₂ , NH ₃		desde 1985
	8) Assis manual	Centro/Norte de Araucária, Bairro Vila Nova/ industrial	Fumaça, SO ₂ , NH ₃		desde 1985
	9) Seminário	Região central de Araucária, Bairro Sabiá/ industrial e centro ⁶⁾	Fumaça, SO ₂ , PTS ⁴⁾ , NH ₃		desde 1985

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

2) Hidrocarbonetos Totais

3) Hidrocarbonetos Menos Metano

4) PTS foi medido entre 1985 até 1993

5) categoria foi mudada de industrial para bairro, devido ao fato que esta estação recebe poucos poluentes das indústrias da região

6) categoria foi mudada de industrial para industrial e centro, devido ao fato que esta estação está localizada na região central de Araucária

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 deveria contar com no mínimo 6 estações completas em funcionamento correspondendo ao número mínimo de estações numa área com população entre 2,00 e 2,75 milhões. No final do ano 2001, quatro estações automáticas e quase completas e quatro manuais estavam em operação, o que ainda não é um número satisfatório. Especialmente no centro estamos 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 consequentemente 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 2001)	Nº de estações de monitoramento nas áreas				Conclusão
		industrial	centro		bairro	
			industrial e centro			
PTS	2	1		1	0	número de estações insuficiente, especialmente para PI
Fumaça	4	1	1	1	1	
PI	0	0		0	0	
SO ₂	8	3	1	1	3	satisfatório
CO	1	0		0	1	número insuficiente
O ₃	4	2		0	2	número de estações insuficiente no centro
NO ₂	4	2		0	2	

A perspectiva é que em breve esta base de informação vai melhorar consideravelmente. Se conseguirmos até o final do ano 2002 a instalação de mais três estações automáticas como mostrado na **Tabela 4** teremos para cada poluente no mínimo quatro até onze pontos de monitoramento. Neste caso disponibilizaremos uma informação completa para cada categoria de área: industrial, centro e bairro, avaliando todos os sete poluentes.

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 por causa de calibração ou manutenção dos analisadores ou simplesmente por falta de energia. Isto não significa um problema para o cálculo das médias diárias ou anuais a partir do momento que os valores válidos não fiquem 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

Então, sempre que uma média horária não atingiu o critério de representatividade, criou-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 o número de 7008 estão disponíveis ou válidas.

Da mesma forma, se para um dia não se obteve pelo menos 16 médias horárias válidas, criou-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 o número de 292 estão válidas.

A informação sobre a disponibilidade do equipamento é de importância, especialmente quando se compara resultados de um ano com outro. 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 do analisador e não significa necessariamente que a qualidade do ar melhorou nesta proporção. Devido a este fato, 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 03/90, veja Tabela 2). Informações mais detalhadas encontram-se no Anexo 2 e 3.

O Anexo 2 contém os gráficos da variação média diária das três 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 transportadas 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 duas localidades: em Curitiba na Estação Santa Casa, localizada na Praça Rui Barbosa e em Araucária na Estação Assis automática. Não houve medição de PTS na estação Boqueirão por falta de uma parte do equipamento (veja explicação mais detalhada no capítulo 3.2.3) 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 da qualidade do ar ano 2001				
PTS Estação: Curitiba, Santa Casa Disponibilidade 24h: 95,3%	nº de classificações das médias diárias			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	207	141	0	0
	média anual: 75 µg/m ³			
	média diária máxima: 228 µg/m ³ (em 3 de Agosto de 2001)			
	nº de ultrapassagens das médias diárias: zero			
PTS Estação: Araucária Assis automática Disponibilidade 24h: 77,5%	nº de classificações das médias diárias			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	282	1	0	0
	média anual: 14,9 µg/m ³			
	média diária máxima: 82 µg/m ³ (em 19 de Agosto de 2001)			
	nº de ultrapassagens das médias diárias: zero			

Na Estação Santa Casa foram observadas na maioria das vezes médias diárias até 80 µg/m³ (classificação BOA). Nenhuma média diária ultrapassou o padrão primário de 240 µg/m³ para 24 horas. A média anual ficou em 75 µg/m³ que atende ao padrão primário de 80 µg/m³. As condições mais desfavoráveis foram encontrados 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.

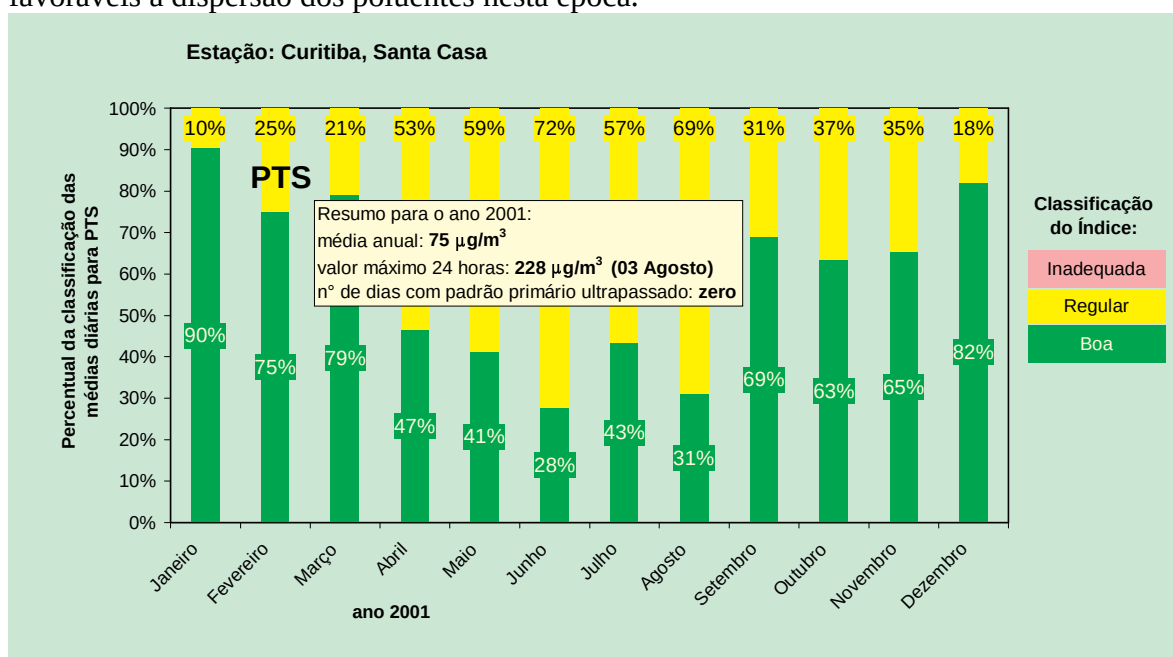


Gráfico 3: Classificação das médias diárias para PTS na Estação Santa Casa no ano 2001

Analisando o período entre 1990 e 2001 vemos nos **Gráficos 4 e 7** para o ano 2001 uma situação bem melhor do que em 1990. Em 2001 a maioria das médias diárias (59%) foram da classificação BOA e pela primeira vez a média anual de $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ atende o padrão primário anual de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ao mesmo tempo não houve violação do padrão diário. Isto já foi o caso no ano 1998, só que neste ano a média anual foi de $89 \mu\text{g}/\text{m}^3$, portanto acima do padrão primário anual.

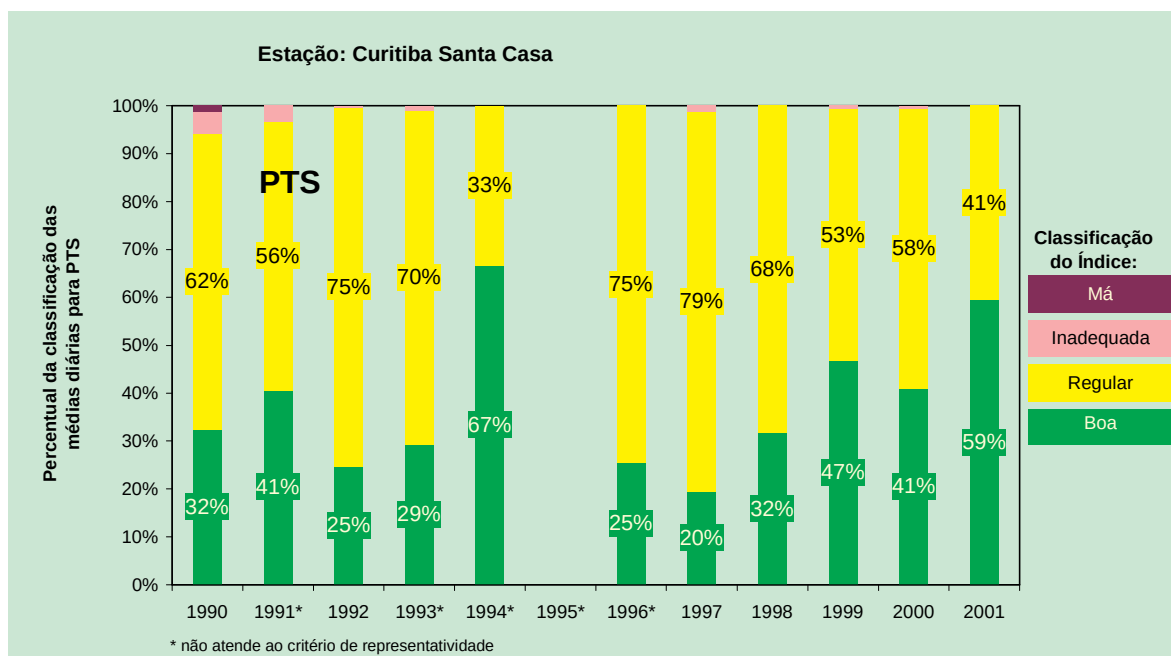


Gráfico 4: Classificação das médias diárias para PTS na Estação Santa Casa entre 1990-2001

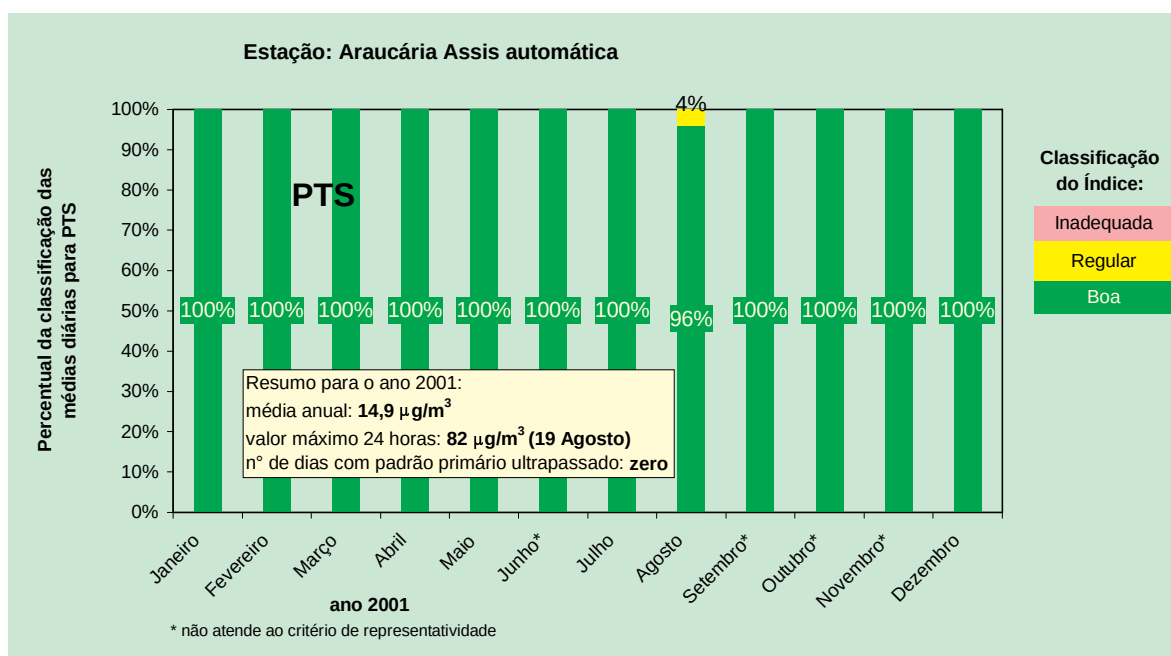


Gráfico 5: Classificação das médias diárias para PTS na Estação Araucária Assis no ano 2001

Em Araucária a concentração de PTS foi na média anual de $14,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ com todas as médias diárias na classificação BOA, com exceção de uma em agosto, que, como na Estação Santa Casa, foi o mês com a maior média diária de concentração de PTS desse ano, como mostrado na **Tabela 6**.

3.2.2 Fumaça

O componente Fumaça foi monitorado em quatro localidades: em Curitiba na Estação Santa Casa, localizada na Praça Rui Barbosa e em três localidades de Araucária: na Estação Assis manual, na Estação Seminário e na Estação São Sebastião. Os números de classificações das médias diárias, as médias anuais e as médias diárias máximas estão mostrados na **Tabela 7**.

Tabela 7: Resultados do monitoramento de Fumaça

Figura 7 - Resultados do monitoramento de Fumaça

	monitoramento da qualidade do ar ano 2001			
Fumaça Estação: Curitiba, Santa Casa Disponibilidade 24h: 98,6%	nº de classificações das médias diárias			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	334	25	1	0
	média anual: 14 µg/m³			
	média diária máxima: 206 µg/m³ (em 1 de Agosto de 2001)			
	nº de ultrapassagens das médias diárias			
	padrão primário 24h (150 µg/m³): 1		nível de atenção 24h (250 µg/m³): 0	
Fumaça Estação: Araucária, Assis manual Disponibilidade 24h: 98,1%	nº de classificações das médias diárias			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	353	5	0	0
	média anual: 4,1 µg/m³			
	média diária máxima: 96 µg/m³ (em 31 de Maio de 2001)			
	nº de ultrapassagens das médias diárias: zero			
Fumaça Estação: Araucária, Seminário Disponibilidade 24h: 98,6%	nº de classificações das médias diárias			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	356	3	1	0
	média anual: 3,2 µg/m³			
	média diária máxima: 190 µg/m³ (em 1 de Agosto de 2001)			
	nº de ultrapassagens das médias diárias:			
	padrão primário 24h (150 µg/m³): 1		nível de atenção 24h (250 µg/m³): 0	
Fumaça Estação: Araucária, São Sebastião Disponibilidade 24h: 98,1%	nº de classificações das médias diárias			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	358	0	0	0
	média anual: 0,3 µg/m³			
	média diária máxima: 8 µg/m³ (em 1 de Junho de 2001)			
	nº de ultrapassagens das médias diárias: zero			

Houve uma violação do padrão da média diária na Estação Santa Casa e uma na Estação Seminário, resultado idêntico ao do ano 2000. Esta violação foi para ambas estações registrada no dia 1º de Agosto, quando, durante um período de condições desfavoráveis à dispersão, se formou uma “manta escura” ou “cinturão preto” sobre Curitiba e Araucária que comprometeu bastante a visibilidade, como se pode observar na foto seguinte.

As médias anuais se apresentam 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 6** vemos que 93% das médias diárias de Fumaça registradas na Estação Santa Casa no ano 2001 foram de classificação BOA, resultado semelhante ao ano 2000 quando 94% estavam boas. Isto significa uma melhoria comparado

com os anos anteriores. A melhoria da média anual foi significativa, como demonstrado no **Gráfico 7**. Foi registrada em 2001 uma média anual de $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$, enquanto 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 2001 (Foto/Grauer)

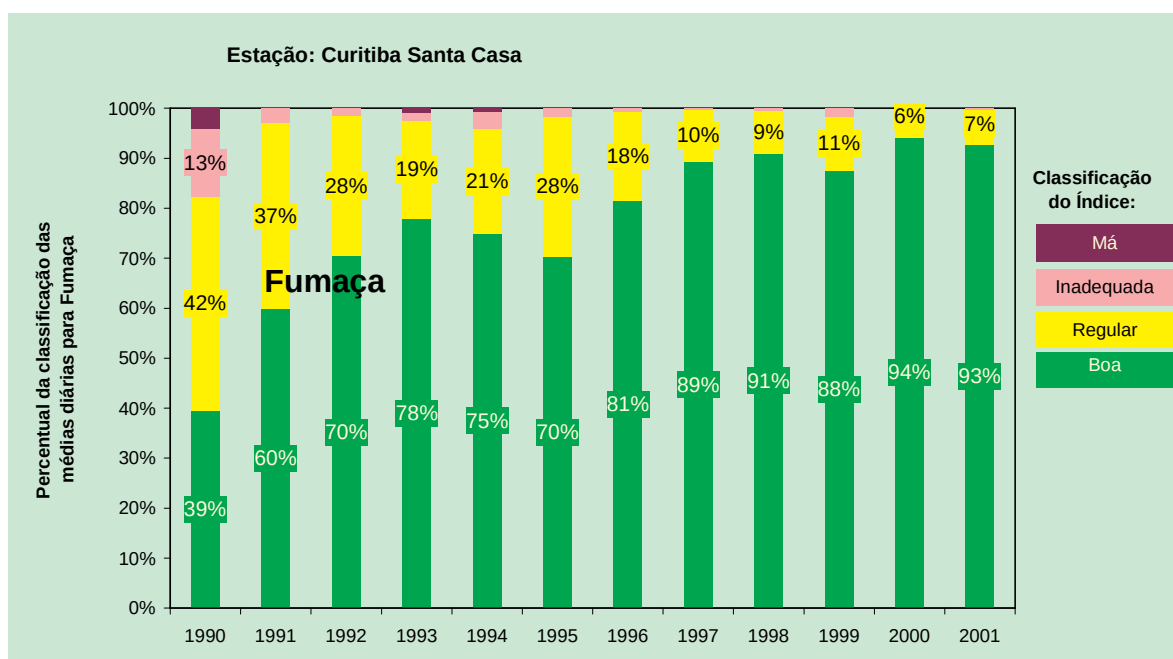


Gráfico 6: Classificação das médias diárias para **Fumaça** na Estação Santa Casa nos anos 1990-2001

3.2.3 Partículas Inaláveis (PI)

Apesar de a estação automática do Boqueirão estar equipada e operando regularmente desde setembro 2001, os equipamentos para PTS e PI ainda não entraram em operação devido à falta da fonte radioativa para análise, por causa de trâmites de importação. A análise da concentração é feita através da leitura da radiação beta emitida por esta fonte, parcialmente

absorvida pela amostra e finalmente registrada pelo um sensor. Então a fonte é imprescindível para a medição de PTS e PI. Acontece que a intensidade radioativa da fonte fica pouco acima da quantidade permitida para simples importação. Por isso estamos aguardando a finalização dos trâmites legais, sem previsão até o momento.

3.2.4 Dióxido de Enxofre (SO₂)

O Dióxido de Enxofre é a substância com o maior número de pontos de monitoramento na RMC. SO₂ foi monitorado em todas as sete localidades em operação durante o ano 2001: em Curitiba nas estações Santa Casa, Santa Cândida, Cidade Industrial e Boqueirão e em Araucária nas estações Assis (tanto na estação automático como na estação manual), Seminário e São Sebastião. Os números de classificações das médias diárias, as médias anuais e as médias diárias máximas estão na **Tabela 8**. Só houve duas médias diárias na classificação REGULAR na Estação Seminário em Araucária. O restante foi de classificação BOA. Então podemos constatar que a situação referente a SO₂ na RMC continua sendo boa.

Estamos hoje em uma situação boa referente ao poluente SO₂ e no **Gráfico 7** vemos como houve um significativo decréscimo das médias anuais desde o ano 1990 na Estação Santa Casa, tanto para SO₂ quanto para Fumaça e PTS, embora que a concentração de SO₂ se encontra desde 1996 num nível estável.

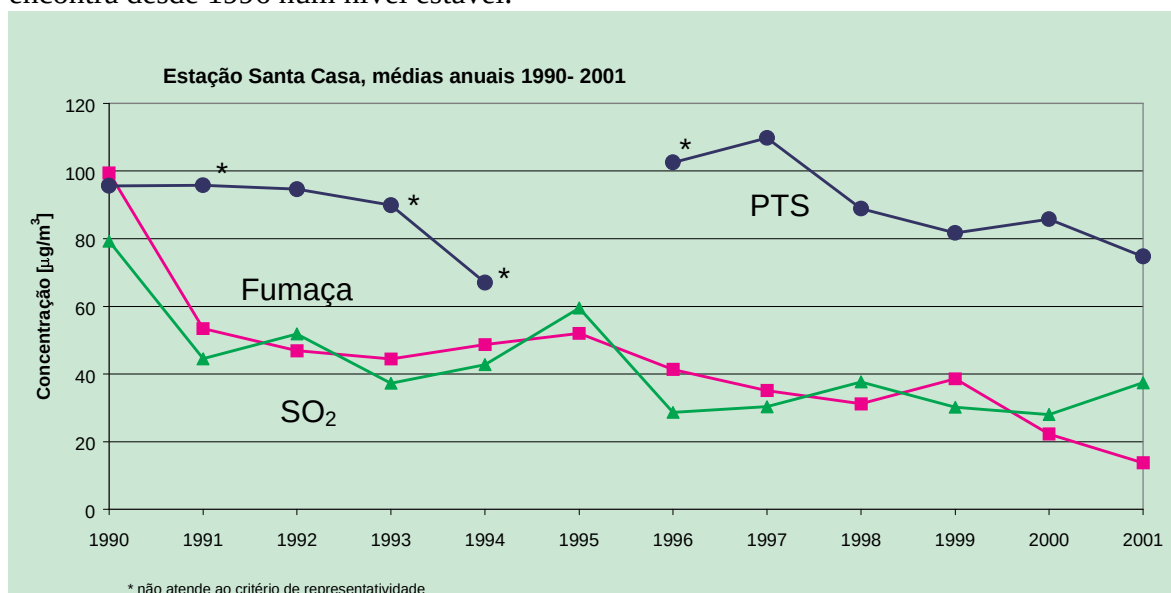


Gráfico 7: Médias anuais para SO₂, Fumaça e PTS no período 1990-2001 na Estação Santa Casa

Tabela 8: Resultados do monitoramento de SO₂

monitoramento da qualidade do ar ano 2001				
SO₂ Estação: Curitiba, Santa Casa Disponibilidade 24h: 97,5%	n° de classificações das médias diárias			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	356	0	0	0
	média anual: 37 µg/m ³			
	média diária máxima: 77 µg/m ³ (em 10 de Agosto de 2001)			
	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
SO₂ Estação: Curitiba, Santa Cândida Disponibilidade 24h: 92,9%	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	339	0	0	0
	média anual: 2,9 µg/m ³			
	média diária máxima: 7,6 µg/m ³ (em 31 de Maio de 2001)			
	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
SO₂ Estação: Curitiba Cidade Industrial Disponibilidade 24h: 77,8%	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	284	0	0	0
	média anual: 7,6 µg/m ³			
	média diária máxima: 41,5 µg/m ³ (em 2 de Junho de 2001)			
	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
SO₂ Estação: Araucária Assis automática Disponibilidade 24h: 83,3%	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	304	0	0	0
	média anual: 12,1 µg/m ³			
	média diária máxima: 72,4 µg/m ³ (em 15 de Outubro de 2001)			
	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
SO₂ Estação: Curitiba, Boqueirão Disponibilidade 24h: 31,2% ¹⁾	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	114	0	0	0
	média anual: 2,6 µg/m ³ (Setembro – Dezembro) ¹⁾			
	média diária máxima: 19 µg/m ³ (em 1 de Dezembro de 2001)			
	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
SO₂ Estação: Araucária, Assis manual Disponibilidade 24h: 97,5%	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	356	0	0	0
	média anual: 25 µg/m ³			
	média diária máxima: 77 µg/m ³ (em 15 de Outubro de 2001)			
	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
SO₂ Estação: Araucária, Seminário Disponibilidade 24h: 98,1%	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	356	2	0	0
	média anual: 29 µg/m ³			
	média diária máxima: 93 µg/m ³ (em 23 de Março de 2001)			
	n° de ultrapassagens das médias diárias: zero			
SO₂ Estação: Araucária, São Sebastião Disponibilidade 24h: 98,1%	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	358	0	0	0
	média anual: 3,0 µg/m ³			
	média diária máxima: 11 µg/m ³ (em 13 de Julho de 2001)			
	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 é a estação Boqueirão que registrou as concentrações de CO no período entre Setembro e Dezembro 2001. Só foram observados valores baixos, sendo que todos se encaixam na classificação BOA, como demonstrado na **Tabela 9**.

Tabela 9: Resultados do monitoramento de CO

	monitoramento da qualidade do ar ano 2001			
CO Estação: Curitiba, Boqueirão Disponibilidade 1h: 32,1% ¹⁾	nº de classificações das médias para 8 horas			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	351	0	0	0
	média horária máxima: 3543 µg/m ³ (3,1 ppm) (em 1 Setembro de 2001)			
	média máxima 8 horas: 2057 µg/m ³ (1,8 ppm) (em 1 Setembro de 2001, 16-24h)			
	nº de ultrapassagens das médias horárias e de 8 horas: zero			

Nota: 1) não atende ao critério de representatividade

3.2.6 Ozônio (O₃)

As concentrações de O₃ foram registradas nas quatro estações automáticas Santa Cândida, Cidade Industrial, Boqueirão e Araucária Assis. A **Tabela 10** apresenta os números de classificações das médias horárias e as médias horárias máximas destas estações.

Tabela 10: Resultados do monitoramento de O₃

	monitoramento da qualidade do ar ano 2001			
O₃ Estação: Curitiba Santa Cândida Disponibilidade 1h: 50,0% ¹⁾	n° de classificações das médias horárias (faltou 3º quadrimestre)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	3847	522	14	0
	média horária máxima: 289 µg/m ³ (em 19 de Janeiro de 2001 as 15h)			
	n° de ultrapassagens das médias horárias			
	padrão primário 1h (160 µg/m ³): 14		nível de atenção 1h (400 µg/m ³): 0	
O₃ Estação: Curitiba Cidade Industrial Disponibilidade 1h: 69,0% ¹⁾	n° de classificações das médias horárias (de Março a Dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	4971	1011	60	0
	média horária máxima: 347 µg/m ³ (em 29 de Outubro de 2001 as 13h)			
	n° de ultrapassagens das médias horárias			
	padrão primário 1h (160 µg/m ³): 60		nível de atenção 1h (400 µg/m ³): 0	

Tabela 10 (continuação): Resultados do monitoramento de O₃

O₃ Estação: Araucária Assis automática Disponibilidade 1h: 76,1%	nº de classificações das médias horárias			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	5901	712	53	0
	média horária máxima: 291 µg/m ³ (em 5 de Novembro de 2001 as 14h)			
	nº de ultrapassagens das médias horárias			
	padrão primário 1h (160 µg/m ³): 53		nível de atenção 1h (400 µg/m ³): 0	
O₃ Estação: Boqueirão Disponibilidade 1h: 32,0%¹⁾	nº de classificações das médias horárias (Setembro a Dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	2670	131	2	0
	média horária máxima: 187 µg/m ³ (em 25 de Outubro de 2001 as 15h)			
	nº de ultrapassagens das médias horárias			
	padrão primário 1h (160 µg/m ³): 2		nível de atenção 1h (400 µg/m ³): 0	

Nota: 1) não atende ao critério de representatividade

Embora na maioria das vezes a classificação esteve na categoria BOA, ocorreram na Estação Santa Cândida 14 violações do padrão primário. Na Cidade Industrial este número foi 60, na estação Assis automática foram 53, e na do Boqueirão foram duas, totalizando 129 violações. Mesmo que não tenha sido violado o nível de atenção, estes números continuam sendo significativos, embora sejam menores do que no ano 2000, quando foram observadas 524 médias horárias acima de 160 µg/m³. Foram em Santa Cândida 5 dias em que houve violação do padrão primário de O₃, o quer dizer que a classificação do ar esteve INADEQUADA, na Cidade Industrial foram 20 dias, em Araucária 21 e no Boqueirão um dia. A época com altas concentrações de O₃ é basicamente a primavera, como demonstrado no **Gráfico 8**.

Na estação Santa Cândida houve uma queda do número de violações de 175 para 14. Na estação Cidade Industrial também foi registrado uma queda de 349 para 60 violações e em Araucária foi monitorado um aumento de 0 para 53 violações.

O fato de que houve ao todo bem menos violações no ano 2001 comparado com o ano 2000 é uma boa notícia, porém não significa necessariamente que a qualidade do ar melhorou na mesma proporção. Para a comparação de violações de um ano com outro, é importante levar em consideração o tempo de operação das estações, o que infelizmente apresenta lacunas. Por exemplo, a estação Santa Cândida não registrou O₃ de Setembro a Dezembro, portanto não temos resultados para a época mais crítica do ano. Isto também explica porque nesta estação no ano 2001 só houve 14 violações, comparado com as 175 do ano 2000, quando parou de registrar O₃ só em Junho. Temos indícios de que a situação do Ozônio está melhorando, porém, o acompanhamento deste poluente tem pouco tempo e os dados disponíveis ainda não permitem uma conclusão definitiva.

Como no ano 2000, também em 2001 foi Outubro o mês com o maior número de dias com violações. A explicação é que nos meses de Junho até Agosto temos insuficiente insolação para a formação de altas concentrações de O₃. Por outro lado, nos meses ensolarados do verão, temos boas condições de dispersão que resulta em concentrações relativamente baixas dos precursores de O₃, limitando desta forma a sua formação. Entre as limitações do inverno e do verão encontramos na primavera uma época de condições favoráveis para a formação de O₃.

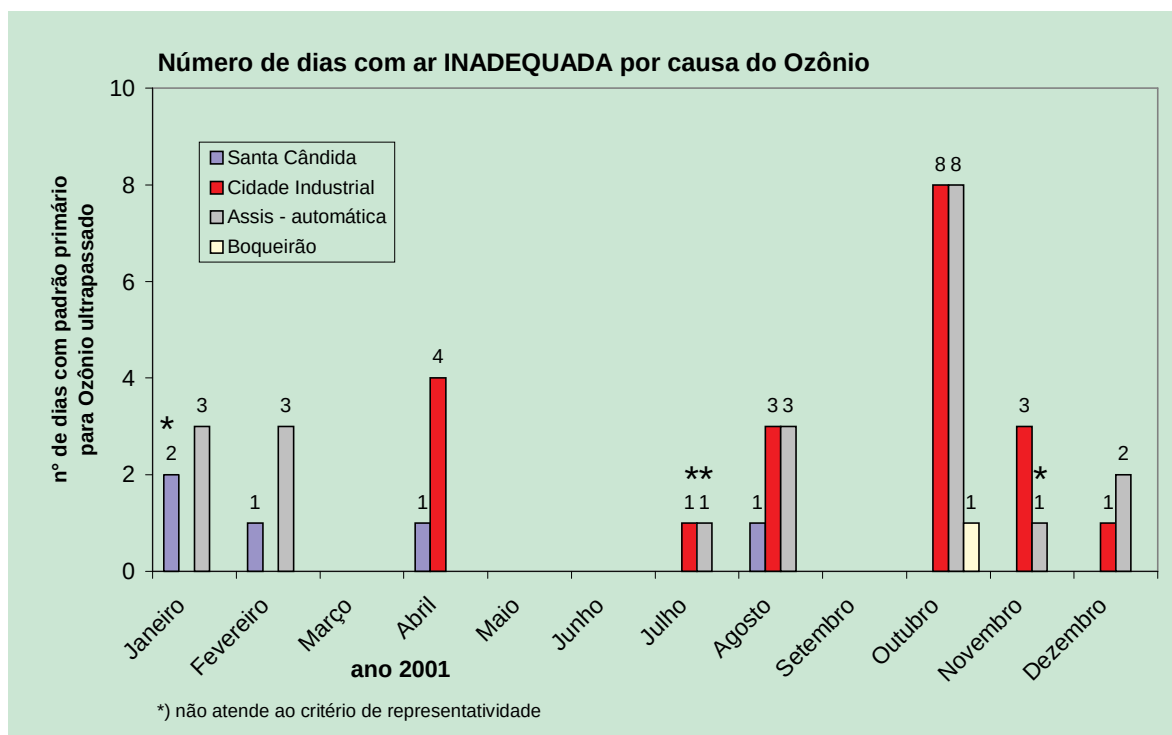


Gráfico 8: Dias com a qualidade do ar INADEQUADA por causa do **Ozônio**

Nos **Gráficos 9, 10, 11 e 12** vemos como foi a distribuição da classificação do Índice de qualidade do ar nas quatro estações durante o ano 2001.

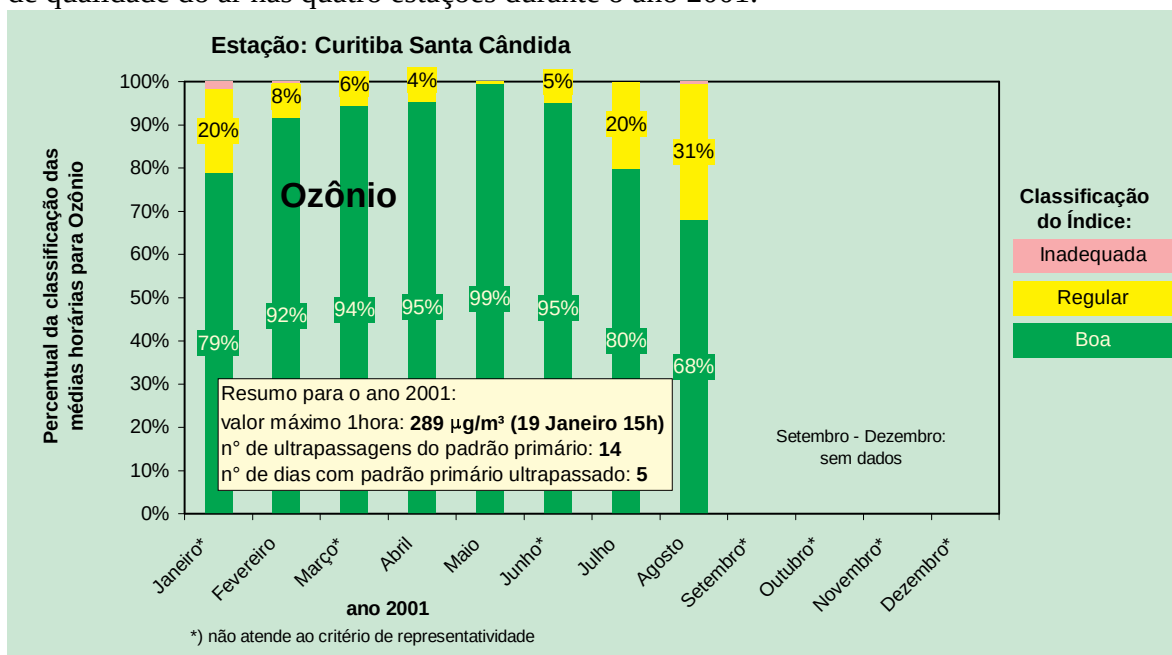
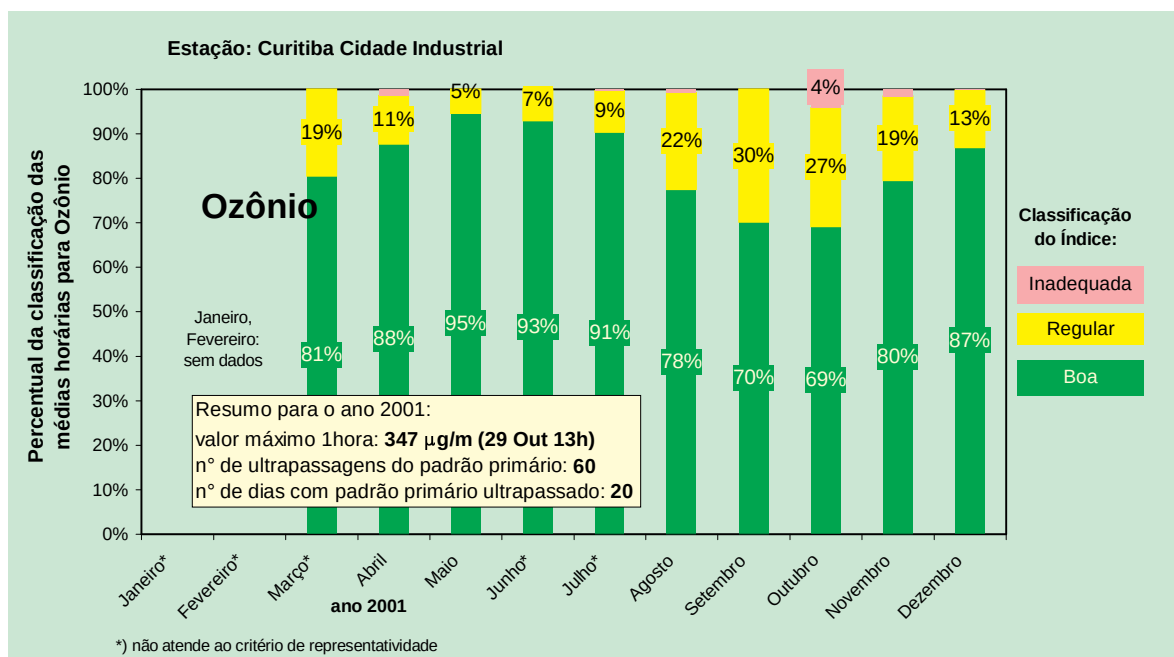
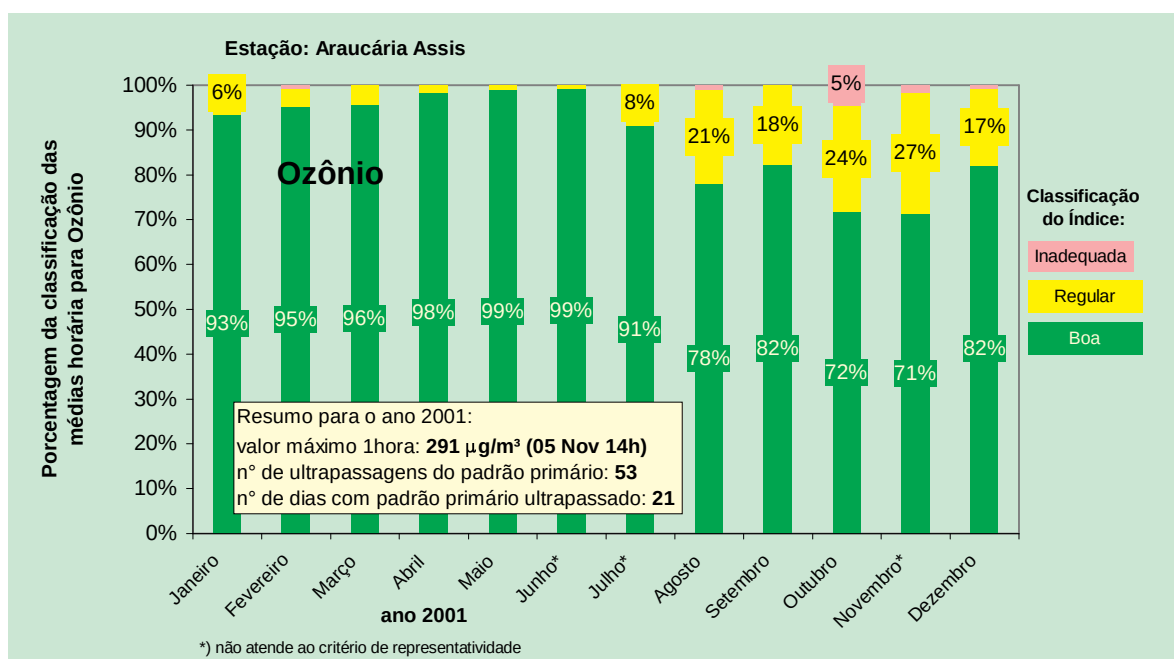


Gráfico 9: Classificação das médias horárias para **Ozônio** na Estação Santa Cândida

Por causa das freqüentes lacunas, a comparação entre as estações fica difícil. A grande maioria das violações foi registrada nos meses de Outubro e Novembro.

Gráfico 10: Classificação das médias horárias para **Ozônio** na Estação Cidade IndustrialGráfico 11: Classificação das médias horárias para **Ozônio** na Estação Assis automática

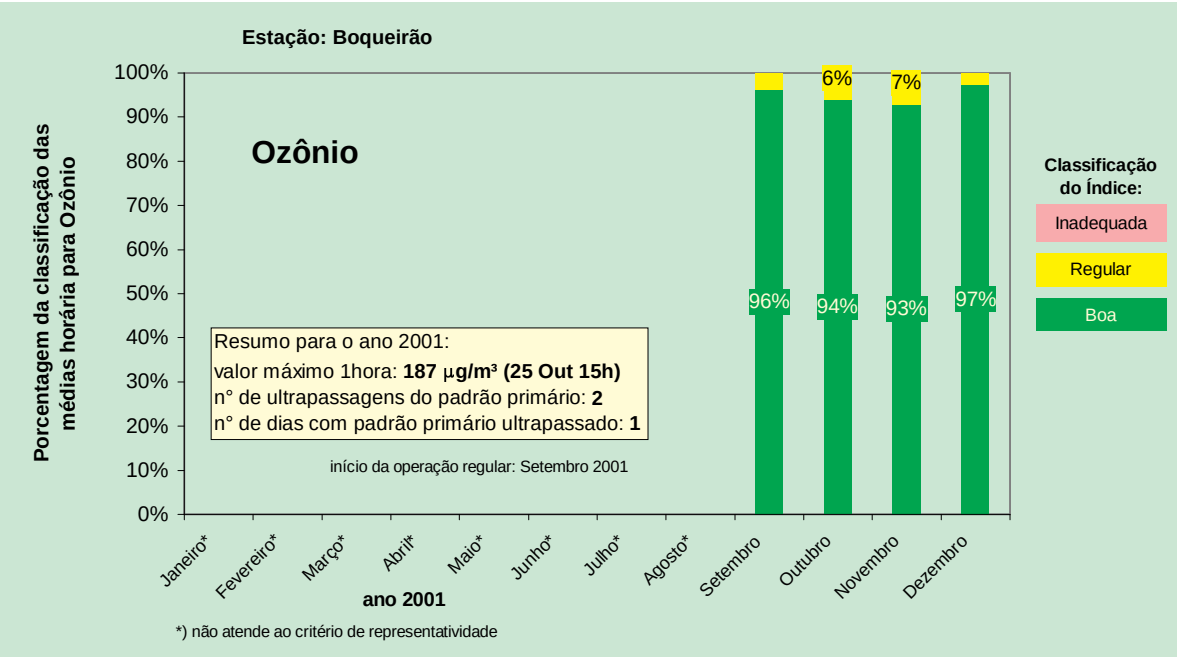


Gráfico 12: Classificação das médias horárias para **Ozônio** na Estação Boqueirão

3.2.7 Dióxido de Nitrogênio (NO₂)

As concentrações de NO₂ foram registradas nas quatro estações automáticas Santa Cândida, Cidade Industrial, Araucária Assis e Boqueirão. Estão apresentados na **Tabela 11** os números de classificações das médias horárias, as médias horárias máximas e as médias anuais destas estações.

Tabela 11: Resultados do monitoramento de NO₂

	monitoramento da qualidade do ar ano 2001			
NO₂ Estação: Curitiba Santa Cândida Disponibilidade 1h: 4,1% ¹⁾	n° de classificações das médias horárias (só operou Setembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	355	5	0	0
	média anual: 20,8 µg/m ³ (só Setembro) ¹⁾			
	média horária máxima: 143 µg/m ³ (em 4 de Setembro de 2001 às 7h)			
NO₂ Estação: Curitiba Cidade Industrial Disponibilidade 1h: 39,3% ¹⁾	n° de classificações das médias horárias (faltou Junho – Outubro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	3444	0	0	0
	média anual: 17,1 µg/m ³ (faltou Junho – Outubro) ¹⁾			
	média horária máxima: 89 µg/m ³ (em 19 de Abril de 2001 às 18h)			
NO₂ Estação: Araucária Assis automática Disponibilidade 1h: 88,3%	n° de classificações das médias horárias			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	7704	34	0	0
	média anual: 20,0 µg/m ³			
	média horária máxima: 198 µg/m ³ (em 2 de Agosto de 2001 às 9h)			
NO₂ Estação: Curitiba Boqueirão Disponibilidade 1h: 15,8% ¹⁾	n° de classificações das médias horárias (Novembro – Dezembro)			
	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ
	1383	0	0	0
	média anual: 14,9 µg/m ³ (Novembro – Dezembro) ¹⁾			
	média horária máxima: 98 µg/m ³ (em 6 de Dezembro de 2001 às 19h)			

Nota: 1) não atende ao critério de representatividade

Na grande maioria foram observadas BOAS classificações, algumas REGULARES e nenhuma INADEQUADA. A época com concentrações elevadas é o inverno, como demonstrado no **Gráfico 13**. Infelizmente só uma estação, a Assis automática, operou nesta época, as outras apresentam lacunas, ficando o resultado para estas não representativo para o ano.

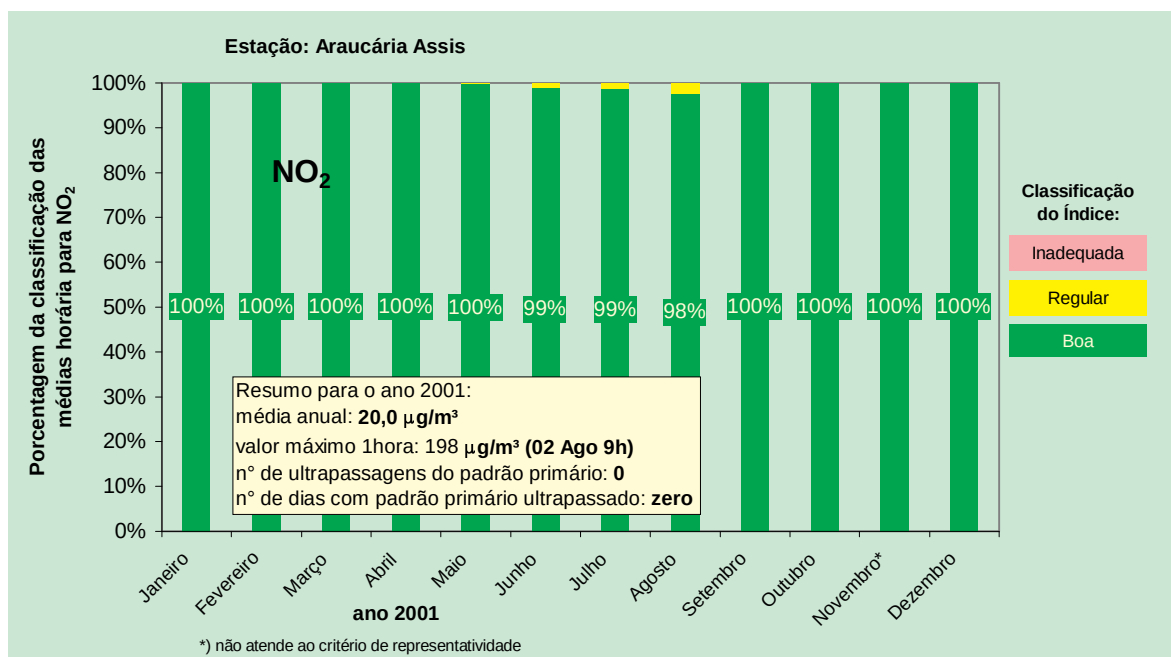


Gráfico 13: Classificação das médias horárias para NO₂ na Estação Assis automática

3.3 Dias com a qualidade do ar INADEQUADA

Se um padrão de qualidade do ar é ultrapassado ou não, depende basicamente de dois fatores: da quantidade de poluentes que são lançados na atmosfera e das condições de dispersão. Enquanto a quantidade de emissões lançada na atmosfera durante um ano não apresenta uma grande variação de um dia para outro, as condições de dispersão variam naturalmente bastante. Os fenômenos mais importantes para a dispersão são o vento e a insolação. Um vento forte vai transportar os poluentes para longe e não permite uma acumulação, assim raramente se registrará altas concentrações nas estações de monitoramento num dia de ventos fortes. Além dos transportes horizontais do ar, existem na atmosfera também transportes verticais que têm para a dispersão a mesma relevância. Ao contrário dos ventos, estes não são percebidos por nós. Por exemplo, em um dia ensolarado de verão o solo se aquece pela radiação solar que por sua vez em contato com o ar aquece este também. Este ar quente tem tendência a subir, sendo substituído pelo ar da camada superior. Mesmo com grandes massas de ar em movimento, pode nos parecer que o ar está parado. A intensidade desta turbulência vertical depende da estabilidade térmica da atmosfera. Condições instáveis iniciam a turbulência vertical e ao contrário, condições estáveis a impedem. O caso extremo da estabilidade ocorre quando ar frio se encontra debaixo de ar quente o que se chama também de inversão térmica. Neste caso o transporte vertical de ar fica praticamente impossível.

As inversões térmicas mais importantes no monitoramento de qualidade do ar são aquelas que se formam perto do solo. Isto acontece de forma natural durante noites sem nuvens e com pouco vento. As inversões térmicas se formam tanto no verão como no inverno, porém no inverno elas são mais intensas porque as noites são mais longas e o sol do inverno demora mais para a dissolvê-las.

Estas inversões térmicas, ou em geral, as condições menos favoráveis à dispersão durante o inverno (veja também **Gráfico 2**), são a explicação, não a causa, para concentrações elevadas dos poluentes primários neste período. No **Gráfico 14** vemos que em Agosto isto ocorre em 5 estações. O mês de Outubro se destaca, como no ano passado, com o pico de violações de Ozônio, já explicadas no capítulo anterior.

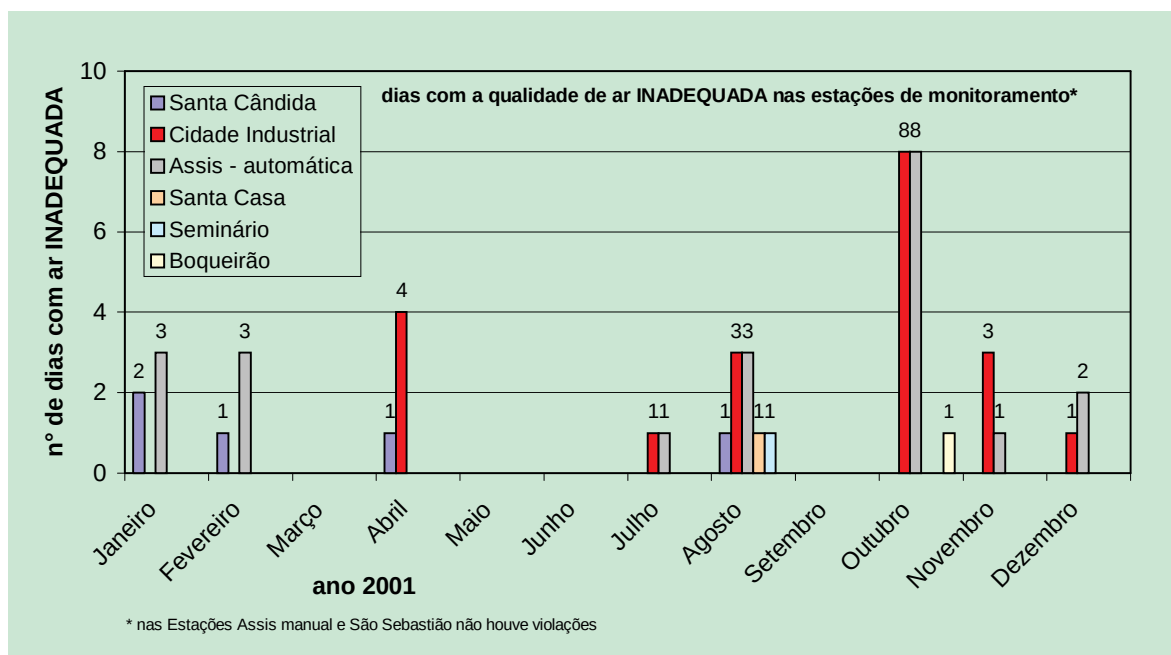


Gráfico 14: Dias que algum parâmetro tornou a classificação da qualidade do ar INADEQUADA em algum ponto da Região Metropolitana de Curitiba

4 Conclusão

A Região Metropolitana de Curitiba não pode ser chamada de um lugar poluído, o ar da Região é na maioria das vezes de BOA qualidade ou REGULAR, porém existem situações INADEQUADAS que pedem uma solução.

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:

Foi registrada uma melhoria no ano 2001 comparado com o ano 2000. A média anual diminuiu em Araucária de 28 para $14,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e em Curitiba de 86 para $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Não foi registrado ultrapassagem do padrão primário diário no ano 2001, por outro lado no ano anterior houve duas violações.

Fumaça:

Observamos uma situação estável referente ao ano anterior. A concentração deste poluente é na grande maioria das vezes de categoria BOA. Aconteceram duas violações do padrão primário diário, resultado idêntico ao ano anterior. A média anual no ano 2001 comparado com o ano 2000 diminuiu em Curitiba de 22 para $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$, embora o valor diário máximo em 2001, de $206 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ter sido maior do que no ano 2000, quando foi registrado $158 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Em Araucária as médias anuais encontraram-se muito baixas na faixa até $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

As violações do padrão primário para a média diária de Fumaça na Estação Santa Casa e na Estação Araucária Seminário são o resultado de emissões de Fumaça durante uma situação meteorológica desfavorável à dispersão dos poluentes. Esta situação durou vários dias o que ocasionou a acumulação de poluentes. Como estes fenômenos de dispersão não podem ser influenciados pelo homem, só resta a conclusão de que devemos lançar menos poluentes na atmosfera nos meses de inverno. Isto é, controlar melhor a principal fonte:

motores Diesel. Sendo este um dos objetivos principais da inspeção veicular que se encontra no Paraná em fase de avaliação jurídica para implantação.

PI:

Esperamos poder apresentar os primeiros resultados referente este poluente no próximo relatório.

SO₂:

A situação continua BOA, embora tenha sido registrado um acréscimo em Curitiba na estação Santa Casa de 28 para 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, que foi o local com a maior média anual. Na rede inteira apenas duas médias diárias da categoria REGULAR foram registradas, sendo o restante da categoria BOA. Não houve violações.

CO:

No período entre Setembro e Dezembro de 2001 só foram registradas concentrações da categoria BOA. Não houve violações.

O₃:

Temos indícios de que a situação do Ozônio está melhorando. Porém, o acompanhamento deste poluente tem pouco tempo e os dados disponíveis ainda não permitem uma conclusão definitiva. Na estação Santa Cândida houve uma queda do número de violações de 175 para 14. Na estação Cidade Industrial também foi registrado uma queda de 349 para 60 violações e em Araucária foi monitorado um aumento de 0 para 53 violações.

O fato de que houve ao todo bem menos violações no ano 2001 comparado com o ano 2000 é uma boa notícia, porém não significa necessariamente que a qualidade do ar melhorou na mesma proporção. Para a comparação de violações de um ano com outro, é importante levar em consideração o tempo de operação das estações, o que infelizmente apresenta no ano 2001 muitas lacunas. Por exemplo, a estação Santa Cândida não registrou O₃ de Setembro a Dezembro, portanto não temos resultados para a época mais crítica do ano. Isto também explica porque nesta estação no ano 2001 só houve 14 violações, comparado com as 175 do ano 2000, quando parou de registrar O₃ só em Junho.

As concentrações altas de O₃ são causadas pela emissão dos precursores, os quais são hidrocarbonetos e NO_x (NO_x=NO+NO₂). 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 praticamente só gerada 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 estão localizadas a oeste do centro de Curitiba. Como a predominância dos ventos é de leste, acontece que 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 se explica portanto em primeiro lugar pelas atividades industriais senão principalmente pelas emissões do tráfego de veículos. A inspeção veicular, que se encontra no Paraná em fase avaliação jurídica para implantação, vai ajudar no controle das emissões veiculares.

NO₂:

A situação do NO₂ apresenta uma melhoria, embora a comparação com o ano anterior é difícil, pois as estações Santa Cândida e Cidade Industrial operaram pouco tempo no ano 2001. Em Araucária, onde a disponibilidade dos analisadores foi boa, registrou-se uma queda da média anual de 24 para 20 µg/m³, também a média máxima horária diminuiu de 226 para 198 µg/m³. Não foram registradas violações.

Falta de dados representativos para O₃ e NO₂:

Nossa meta é poder apresentar valores representativos, porém isto nem sempre foi atingido no ano 2001. Para cumpri-la foram tomadas as providências financeiras e administrativas através de um contrato de cooperação entre o Instituto Ambiental do Paraná – IAP e o operador da rede de monitoramento de qualidade do ar, o LACTEC.

4.2 A gestão de qualidade do ar

O monitoramento é um elemento central da gestão de qualidade do ar, porém um elemento passivo. Para melhorar a qualidade do ar precisa-se também elementos ativos, os quais 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 deste podemos responder as perguntas principais da gestão de qualidade do ar: Qual é a maior fonte? Aonde está localizada? Quais as substâncias emitidas? Qual o potencial para melhorar?

As fontes de emissões atmosféricas são:

o tráfego e as atividades industriais. A equipe do IAP que está levantando atualmente as emissões do tráfego do município de Curitiba planeja publicar ainda este ano os resultados.

Também está sendo realizado o levantamento de emissões industriais, pelo IAP. Este trabalho gerou os primeiros resultados em forma de padrões de emissão para uma grande variedade de processos industriais. Estes padrões existem no momento em forma de proposta para uma Resolução da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

2: Controle das fontes móveis:

Já temos no Brasil a nível nacional os critérios para a emissão de poluentes para veículos novos. O que era urgente foi elaborar um controle das emissões de veículos em uso. O **Plano de Controle da Poluição por Veículos em Uso** elaborado por uma equipe do IAP/LACTEC/TECPAR que servirá como base para implantar o **Programa de Inspeção e Manutenção de Emissões e Ruídos de Veículos em Uso** se encontra até no momento em fase de avaliação jurídica. Segundo 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. Mais e mais as indústrias terão que monitorar suas próprias emissões, o que também é chamado de auto-monitoramento. Isto já é realidade em várias empresas do Estado. O monitoramento das emissões muitas vezes é o próprio interesse da indústria, porque além de fornecer informações ambientais, informa sobre o desempenho e a eficiência dos processos. A proposta acima citada para uma Resolução da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos inclui também os critérios para o auto-monitoramento.

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 estão apresentadas e avaliadas. Hoje ainda não dispomos de um plano de como podemos recuperar a qualidade do ar em períodos de categoria INADEQUADA. Mas os trabalhos de levantamento de fontes iniciados pelo IAP vão contribuir para o planejamento das 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: evitar congestionamentos;
- incentivar o uso do transporte público;
- incentivar a população a compartilhar o veículo particular com colegas no caminho para trabalho ou para 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 ser uma falta de segurança, provavelmente não vai contribuir para que uma caminhada seja uma boa alternativa para a viagem motorizada. É preciso 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 num veículo.

Na indústria, o uso de gás natural pode substituir um combustível líquido (por exemplo: óleo pesado), ou um combustível sólido (por exemplo: lenha). A vantagem em termos ambientais do gás natural é que a queima dele não libera material particulado, nem SO₂ para a atmosfera, como é o caso de quando a indústria queima óleo pesado ou lenha. Por isso merece ser chamado um 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 tampouco libera estas substâncias,

resultando portanto o uso de gás numa vantagem nula para o meio ambiente. A vantagem deixa de ser nula a partir do momento, em que consideramos mais uma substância: NO_x . Esta substância é formada durante a queima, devido à temperatura elevada e é liberado por todos os processos de queima, relativamente independente do combustível. Na indústria geralmente não temos equipamento de remoção para NO_x , nos veículos mais novos sim. O catalisador remove NO_x . Ele converte NO_x em Nitrogênio, o qual é inofensivo. Para seu bom funcionamento, é necessário 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 agora, que certas conversões para gás natural desligam este ajuste eletrônico da mistura, como consequência, o desempenho do catalisador pode cair consideravelmente. Então é possível, que um veículo com catalisador, movido à gás, emita mais pelo cano de escape do que movido à gasolina e com bom funcionamento do catalisador. Porém, uma vantagem evidente para veículos a gás existe quando nos referimos às emissões por evaporação, pois as substâncias do gás natural, o que é basicamente Metano, são inofensivas, comparado com as da gasolina e não contribuem para a formação de Ozônio.

Enfim, o gás natural tem o 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: quanto, veículos a gás podem contribuir para diminuir emissões veiculares e desta forma proteger o nosso valioso bem comum, o ar.

5 Bibliografia

COMEC: Página do Internet “O que é a RMC”, Abril 2002

DETRAN-PR, COORDENADORIA DE VEÍCULOS; IBGE/IPARDES: ÍNDICE DE MOTORIZAÇÃO NO ESTADO DO PARANÁ - 1996 a 2001

DETRAN-PR, COORDENADORIA DE VEÍCULOS: FROTA DE VEÍCULOS CADASTRADOS NO ESTADO DO PARANÁ, POR TIPO DE COMBUSTÍVEL, NO ANO DE 2001

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

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

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

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.

SALADIVA 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 2001.



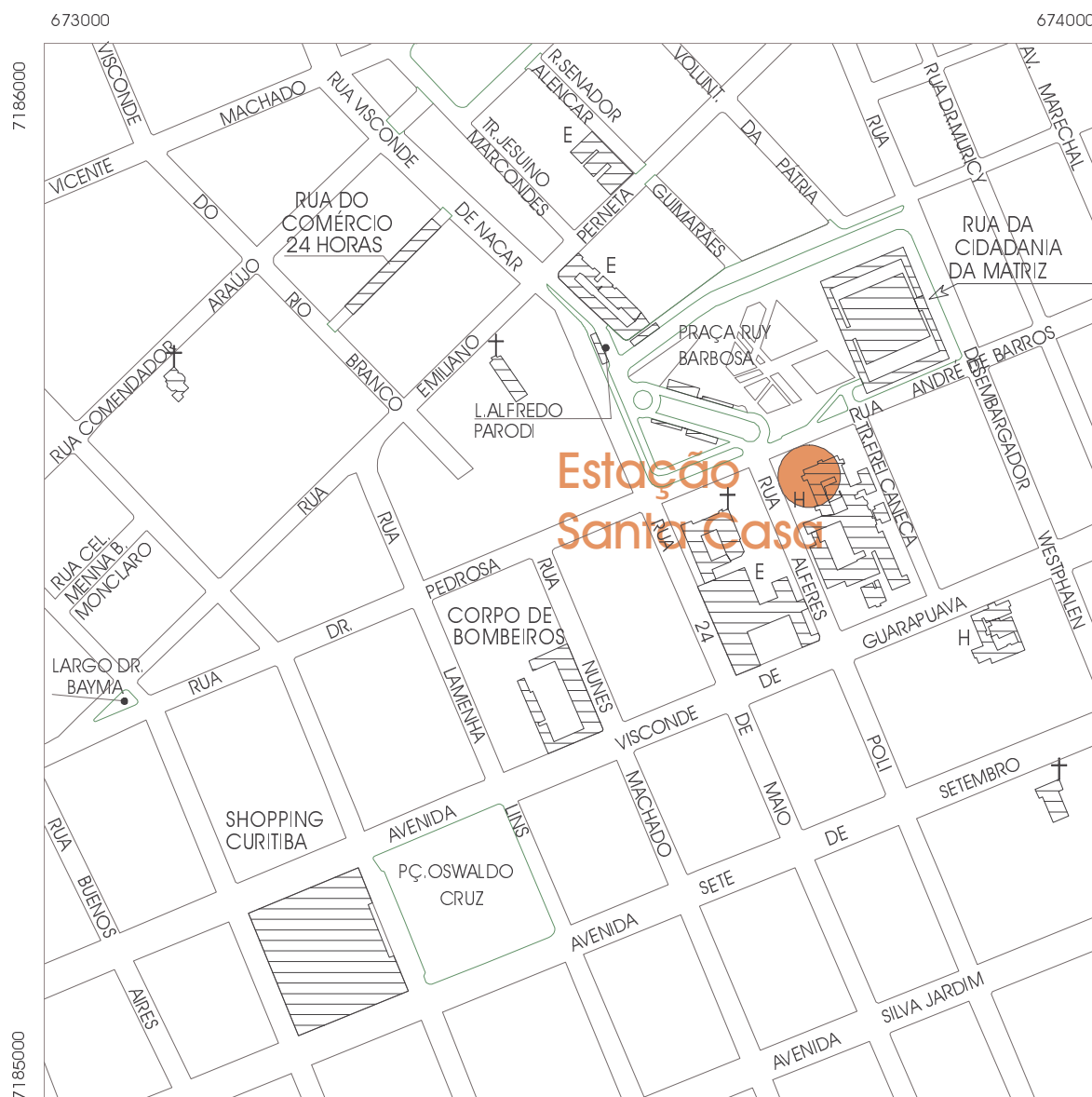
ESTAÇÃO AUTOMÁTICA: CURITIBA CIDADE INDUSTRIAL



ESTAÇÃO AUTOMÁTICA: CURITIBA PRAÇA OUVIDOR PARDINHO



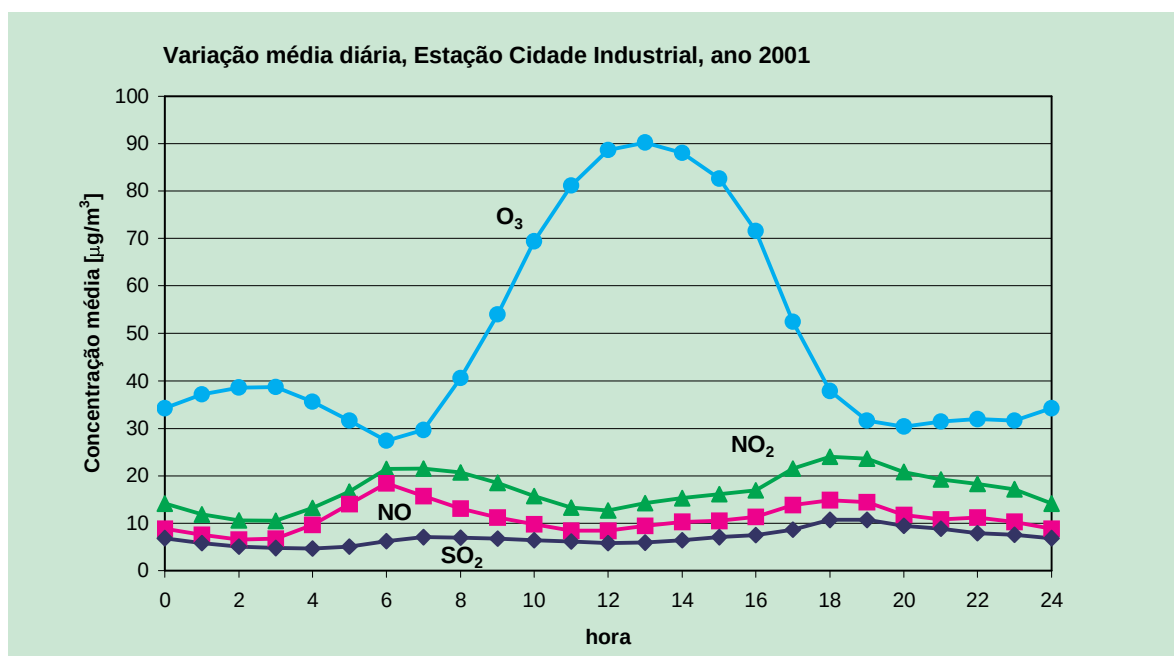
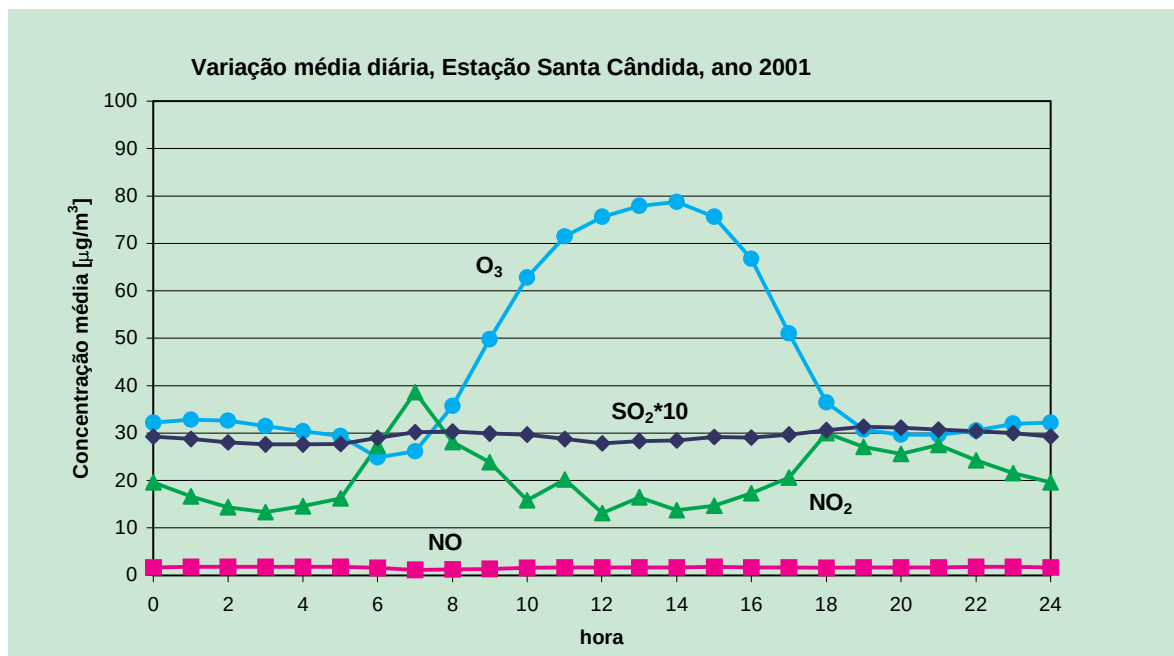
ESTAÇÃO AUTOMÁTICA: CURITIBA BOQUEIRÃO

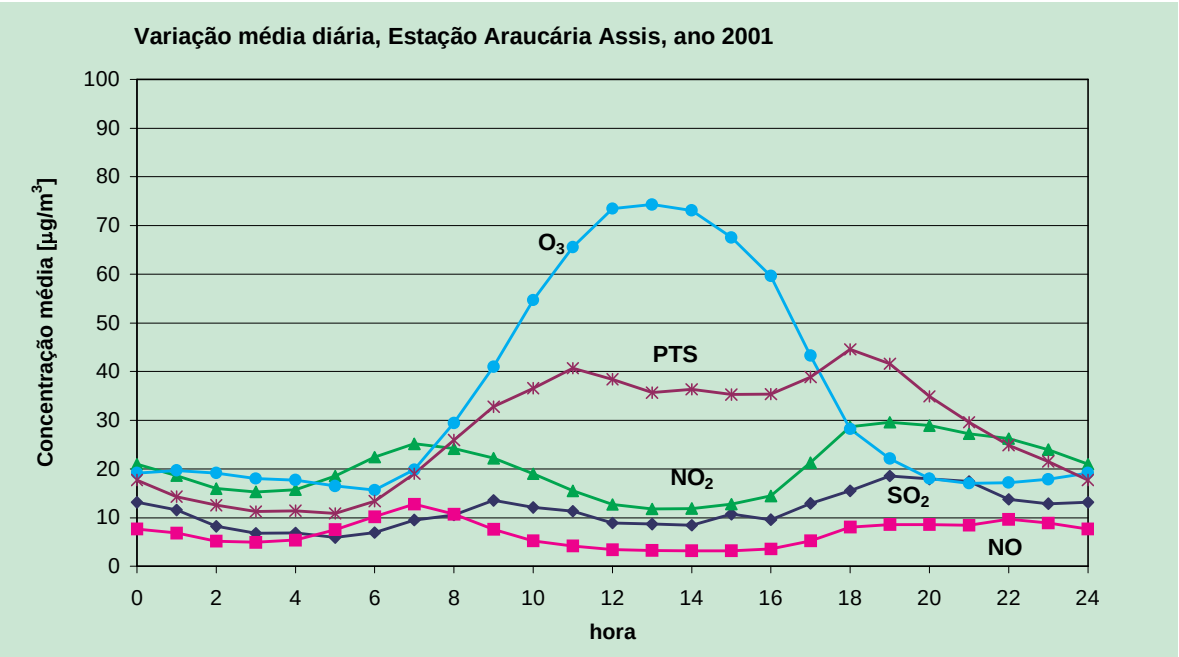


ESTAÇÃO MANUAL: CURITIBA SANTA CASA

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

- Estação automática: Curitiba Santa Cândida
- Estação automática: Curitiba Cidade Industrial
- Estação automática: Araucária Assis





Anexo 3: Concentração média em função da direção do vento

- Estação automática: Curitiba Santa Cândida
- Estação automática: Curitiba Cidade Industrial
- Estação automática: Araucária Assis

