



**ENERGÉTICA**  
Qualidade do Ar

**ENERGÉTICA IND.E COM. LTDA.**  
Rua Gravataí, 99 – Rocha  
CEP 20975-030 Rio de Janeiro – RJ  
CNPJ 29.341.583/0001-04 – IE 82.846.190  
Fone: (0xx21) 501-1998; Fax: (0xx21) 241-1354

# **CRITÉRIOS PARA LOCALIZAÇÃO DE ENTRADAS DE AR DE MONITORES DE SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> E MP<sub>10</sub> NO AR AMBIENTE**

**Conforme a US EPA/40 CFR 58, Ap. E:**

**Critérios para Localização de Entradas de Ar para  
Monitoramento da Qualidade do Ar Ambiente**

**TRADUÇÃO (PARCIAL) DO ORIGINAL:**

**Probe Siting Criteria for Ambient Air Quality Monitoring**

**Tradução de José Walderley Coêlho Dias**

**Revisão de Carlos Alberto Frondizi**

**Rio de Janeiro  
12 de Dezembro de 2006**

## CONSIDERAÇÕES GERAIS

O objetivo deste trabalho é traduzir os critérios criados pela US EPA para a localização da entrada de ar de amostradores de SO<sub>2</sub> (dióxido de enxofre), CO (monóxido de carbono), O<sub>3</sub> (ozônio), NO<sub>2</sub> (dióxido de nitrogênio) e MP<sub>10</sub> (partículas de até 10 micrometros ou inaláveis), encontrados no Apêndice E da Parte 58 do Código de Regulamentos Federais - CFR 40 - da US EPA. O Apêndice contempla os seguintes poluentes:

- ? SO<sub>2</sub> (dióxido de enxofre),
- ? CO (monóxido de Carbono),
- ? O<sub>3</sub> (ozônio),
- ? NO<sub>2</sub> (dióxido de nitrogênio)
- ? Pb (chumbo)
- ? MP<sub>10</sub> (partículas de até 10 micrômetros ou partículas inaláveis)
- ? VOC (compostos orgânicos voláteis)

Entretanto, a tradução apresentada neste trabalho é apenas para SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> e MP<sub>10</sub>, exceto que a Tabela 6 (no fim deste trabalho), com um resumo para todos os poluentes, é integralmente traduzida.

Dois tipos de estação são citados na tradução, a saber:

- ? SLAMS (State and Local Air Monitoring Stations), ou, traduzindo, "Estações Estaduais e Locais de Monitoramento do Ar"
- ? NAMS (National Air Monitoring Stations), ou, traduzindo, "Estações Nacionais de Monitoramento do Ar"

O Apêndice E tem o seguinte índice:

- 1 Introduction (Introdução)
- 2 [Reserved] (Reservado)
- 3 Sulfur Dioxide (Dióxido de Enxofre) (SO<sub>2</sub>)
  - 3.1 Horizontal and Vertical Probe Placement (Posicionamentos Horizontal e Vertical da Entrada de Ar)
  - 3.2 Spacing from Obstructions (Distanciamento a Partir de Obstruções)
  - 3.3 Spacing from Trees and Other Considerations (Distanciamento a Partir de Árvores e Outras Considerações)
- 4 Carbon Monoxide (Monóxido de Carbono) (CO)
  - 4.1 Horizontal and Vertical Probe Placement (Posicionamentos Horizontal e Vertical da Entrada de Ar)
  - 4.2 Spacing from Obstructions (Distanciamento a Partir de Obstruções)
  - 4.3 Spacing from Roads (Distanciamento a Partir de Rodovias)
  - 4.4 Spacing from Trees and Other Considerations (Distanciamento a Partir de Árvores e Outras Considerações)
- 5 Ozone (Ozônio) (O<sub>3</sub>)
  - 5.1 Vertical and Horizontal Probe Placement (Posicionamentos Vertical e Horizontal da Entrada de Ar)
  - 5.2 Spacing from Obstructions (Distanciamento a Partir de Obstruções)
  - 5.3 Spacing from Roads (Distanciamento a Partir de Rodovias)
  - 5.4 Spacing from Trees and Other Considerations (Distanciamento a Partir de Árvores e Outras Considerações)
- 6 Nitrogen Oxide (Óxido de Nitrogênio) (NO<sub>2</sub>)
  - 6.1 Vertical and Horizontal Probe Placement (Posicionamentos Vertical e Horizontal da Entrada de Ar)
  - 6.2 Spacing from Obstructions (Distanciamento a Partir de Obstruções)
  - 6.3 Spacing from Roads (Distanciamento a Partir de Rodovias)

- 6.4 Spacing from Trees and Other Considerations (Distanciamento a Partir de Árvores e Outras Considerações)
- 7 Lead (Chumbo) (Pb)
  - 7.1 Vertical Placement (Posicionamento Vertical)
  - 7.2 Spacing from Obstructions (Distanciamento a Partir de Obstruções)
  - 7.3 Spacing from Roadways (Distanciamento a Partir de Rodovias)
  - 7.4 Spacing from Trees and Other Considerations (Distanciamento a Partir de Árvores e Outras Considerações)
- 8 Particulate Matter (Material Particulado) (MP<sub>10</sub>)
  - 8.1 Vertical Placement (Posicionamento Vertical)
  - 8.2 Spacing from Obstructions (Distanciamento a Partir de Obstruções)
  - 8.3 Spacing from Roadways (Distanciamento a Partir de Rodovas)
  - 8.4 Other Considerations (Outras Considerações)
- 9 Probe Material and Pollutant Sample Residence Time (Material da Entrada de Ar e Tempo de Residência da Amostra Poluente)
- 10 Permissões de Desobrigação
- 11 Discussão e Resumo
- 12 Referências

Serão traduzidos apenas os itens relativos a SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> e MP<sub>10</sub>, ou sejam, os itens 1, 3, 3.1, 3.2, 3.3, 4, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 5, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 6, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 8, 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 9 e 12.

A tradução é apresentada a seguir:

## 1 INTRODUÇÃO

Este Apêndice contém critérios para a localização de entradas de ar, a serem aplicados a monitores da qualidade do ar ambiente ou a entradas de ar de monitores após definida a seleção da localização geral (macrolocalização) das estações, com base nos objetivos de monitoramento e escalas espaciais de representatividade abordados no Apêndice D desta Parte (Parte 58 do 40 CFR). Faz-se necessário aderência a estes critérios de localização a fim de se garantir coletas uniformes de dados compatíveis e comparáveis da qualidade do ar.

Os critérios de localização de entradas de ar, discutidos abaixo, devem ser seguidos tanto quanto possível. Reconhece-se que pode haver situações onde os critérios de localização de entradas de ar não podem ser seguidos. Caso os critérios de localização não puderem ser seguidos, isso deve ser detalhadamente documentado com uma solicitação de desobrigação por escrito, que descreva como e por que os critérios de localização diferem. Esta documentação deve servir para que os dados não sejam questionados mais tarde. As condições sob as quais a EPA considera uma solicitação para desobrigação destes critérios de localização são discutidas na Seção 10 deste Apêndice.

## 3 DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO<sub>2</sub>)

### 3.1 Posicionamentos Horizontal e Vertical da Entrada de Ar

Da mesma maneira que para o monitoramento de PTS, a altura mais desejável para a entrada de um monitor de SO<sub>2</sub> é próximo ao nível da respiração. Vários fatores enumerados anteriormente podem impor que a entrada fique elevada. Portanto, a entrada deve ficar posicionada de 3 a 15 metros acima do solo. Caso tenha que ficar próxima a um edifício, a entrada deve então ficar posicionada no lado a barlavento do edifício, relativo à direção predominante dos ventos de inverno. A entrada deve também ser posicionada a mais de 1 metro, tanto na vertical quanto na horizontal, a partir de qualquer estrutura de suporte e também ficar distante de áreas sujas e poeirentas.

## 3.2 Distanciamento a Partir de Obstruções

Nenhum forno ou saída de gases de incineração ou outra fontes menores de SO<sub>2</sub> deve existir por perto. A distância de separação é dependente da altura da saída dos gases, do tipo de rejeito ou combustível queimado e da qualidade do combustível (teor de enxofre). Se a entrada estiver localizada sobre um teto ou outra estrutura, ela deve ficar a pelo menos 1 metro de paredes, parapeitos, cobertura etc.

A entrada deve ficar distante de obstáculos e edifícios. A distância entre os obstáculos e a entrada deve ser de pelo menos duas vezes a diferença de nível entre eles. As estações de amostragem localizadas mais próximo de obstáculos do que o critério permite não devem ser classificadas como de escala suburbana, visto que as medições de tal estação melhor representariam estações de escala média. Portanto, estações que não satisfaçam o critério devem ser classificadas como de escala média. O fluxo de ar deve ficar desobstruído num arco de 270° em torno da entrada de ar, e a direção predominante dos ventos para a estação com potencial das mais altas concentrações de poluição deve estar dentro do arco de 270°. Se a entrada estiver ao lado de um edifício, é exigida uma abertura livre de 180°. Mais informações sobre critérios de posicionamento de entradas de monitores de SO<sub>2</sub> podem ser vistas na Referência 11.

## 3.3 Distanciamento a Partir de Árvores e Outras Considerações

Árvores podem prover superfície para adsorção de SO<sub>2</sub> e obstruir fluxos normais de vento. Para minimizar os possíveis efeitos de árvores nas medições de concentração de SO<sub>2</sub>, o amostrador deve ser colocado a pelo menos 20 metros da linha de gotejamento da(s) árvore(s). Entretanto, em situações onde as árvores podem ser classificadas como obstrução, isto é, a distância entre ela(s) e o amostrador seja menor do que duas vezes a diferença de nível entre a(s) árvore(s) e o amostrador, o amostrador deve ser colocado a pelo menos 10 metros da linha de gotejamento da árvore obstruidora.

# 4 MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

## 4.1 Posicionamentos Horizontal e Vertical da Entrada de Ar

Devido à importância de se medir a exposição da população a concentrações de CO, o ar deve ser amostrado à altura média da respiração. Entretanto, fatores práticos levam à exigência de que a tomada de ar do monitor fique mais elevada. A altura requerida para a tomada de ar do monitor de CO é portanto de  $3 \pm 0,5$  metros para um local de microescala, conciliando a altura representativa para a respiração com a prevenção ao vandalismo. De um certo modo, a faixa de alturas de 1 metro recomendada é também uma conciliação. Para fins de consistência e comparabilidade, seria desejável que todas as tomadas de ar estivessem exatamente à mesma altura, contudo, considerações de ordem prática geralmente impedem isso. Alguma faixa razoável deve ser especificada e 1 metro fornece margem adequada para que se satisfaça a maioria das exigências.

Para estações de escalas média e suburbana, os gradientes de concentração verticais não são tão grandes como nas estações de microescala. Isto porque a dispersão a partir das rodovias é maior, resultando daí que as concentrações representem áreas maiores do que para a microescala. Entretanto, a altura requerida para a entrada de ar é de 3 a 15 metros para estações de escalas média e suburbana. A entrada de ar deve ser posicionada a mais de 1 metro na direção vertical ou horizontal a partir de qualquer estrutura de suporte.

## 4.2 Distanciamento a Partir de Obstruções

O fluxo de ar deve também ficar desobstruído num arco de 270° em torno da entrada, e a direção predominante dos ventos para a estação com maior potencial de concentração de polui-

ção deve estar circunscrita no arco de 270°. Caso a entrada esteja localizada ao lado de um prédio, exige-se abertura de 180°.

### 4.3 Distanciamento a Partir de Rodovias

Estações (de microescala) em cânions de ruas e corredores de tráfego são designadas para fornecer medidas da influência de fontes próximas na exposição à poluição da população. A fim de que possa haver consistência razoável e comparabilidade razoáveis nos dados da qualidade do ar de tais estações, as entradas de monitores de CO devem ficar a uma distância mínima de 2 metros e a uma distância máxima de 10 metros da borda da pista de tráfego mais próxima. Isso deve dar consistência aos dados, e ainda permitir flexibilidade para se encontrar locais viáveis.

Entradas de ar em cânions de ruas / corredores de tráfego (microescala) devem ficar posicionados a pelo menos 10 metros de um cruzamento e, preferencialmente, no meio da quadra. A localização no meio da quadra é preferível à localização em cruzamentos porque os cruzamentos representam uma porção menor do centro urbano do que as ruas entre eles (cruzamentos) representam. A exposição dos pedestres é provavelmente também maior em cânions de ruas / corredores de tráfego do que em cruzamentos. Também, a dificuldade prática para se posicionar entradas de amostragem é menor em locais no meio da quadra do que em cruzamentos. Entretanto, a localização final do monitor deve satisfazer os objetivos e intenções das Seções 2.4, 3, e 3.3 do Apêndice D e da Seção 4 do Apêndice E.

Na determinação da separação mínima entre uma estação de monitoramento de escala suburbana e uma determinada fonte-linha, parte-se do pressuposto que as medições não serão indevidamente influenciadas por nenhuma rodovia. Foram realizados cálculos para se determinar as distâncias de separação e a Tabela 1 apresenta as distâncias mínimas requeridas entre rodovias e estações de escala suburbana. Estações de monitoramento localizadas mais próximas de rodovias que o permitido pelo critério não devem ser classificadas como de escala suburbana, visto que medições em tal estação representam melhor uma escala média. Portanto, estações que não satisfaçam este critério devem ser classificadas como de escala média. Outras informações sobre o posicionamento de entradas de CO podem ser encontradas na Referência 12.

**Tabela 1 - Distância de Separação Mínima entre Estações de Escalas Suburbana e Urbana para CO e Rodovias (Borda da Faixa de Tráfego mais Próximo)**

Tráfego diário médio, veículos por dia	Distância de separação mínima entre rodovias e estação, metros
? 10.000	<sup>1</sup> ? 10
15.000	25
20.000	45
30.000	80
40.000	115
50.000	135
? 60.000	? 150

<sup>1</sup>Distâncias devem ser interpoladas com base no fluxo de tráfego

### 4.4 Distanciamento a Partir de Árvores e Outras Considerações

Visto que o CO é relativamente não-reativo, a principal preocupação com relação a árvores é de que possam apresentar-se como obstrução a fluxos normais de vento. Para estações de escalas média e suburbana, não deve haver árvores entre fontes significativas de CO, principalmente veículos numa estrada altamente trafegada, e o amostrador. O mostrador deve ficar a pelo menos 10 metros da linha de gotejamento de uma árvore que esteja entre o amostrador e a estrada e que se estenda a pelo menos 5 metros acima do amostrador. Para estações de microescala, nenhuma árvore ou arbusto deve se interpor entre a entrada de amostragem e a rodovia.

## 5 OZÔNIO (O<sub>3</sub>)

### 5.1 Posicionamentos Horizontal e Vertical da Entrada de Ar

A entrada de monitores de ozônio deve ficar o mais próximo possível da zona de respiração. Os fatores complicadores discutidos anteriormente, contudo, exigem que a entrada fique elevada. A altura da entrada deve ser posicionada de 3 a 15 metros acima do nível do solo. A entrada deve também ficar afastada em mais de 1 metro, vertical e horizontalmente, de qualquer estrutura de suporte.

### 5.2 Distanciamento a Partir de Obstruções

A entrada deve ficar posicionada distante de obstáculos e prédios de tal forma que a distância entre os obstáculos e a entrada seja pelo menos duas vezes a altura que o obstáculo fica acima da entrada do amostrador. O fluxo de ar deve ficar desobstruído num arco de pelo menos 270° em volta da entrada, e a direção predominante dos ventos para a estação com maior potencial de concentrações de poluentes deve estar dentro do arco de 270°. Caso a entrada esteja localizada ao lado de um prédio, exige-se abertura de 180°.

### 5.3 Distanciamento a Partir de Rodovias

É importante, no processo de localização de entradas, minimizar interferências destrutivas de fontes de óxido nítrico (NO), visto que o NO reage prontamente com ozônio. A Tabela 2 apresenta as distâncias de separação mínimas, exigidas entre rodovias e estações de monitoramento de ozônio. Estas distâncias foram baseadas em novos cálculos usando metodologia apresentada na Referência 13 e em validação usando dados ambientais mais recentes, coletados próximo a uma rodovia principal. As estações de amostragem localizadas mais próxima de rodovias do que o permitido pelo critério devem ser classificadas como suburbanas ou urbanas, visto que as medições de tais estações seriam mais representativas da escala média. Deste modo, estas estações devem ser classificadas como de escala média. Mais informações sobre critérios para localização de entradas de amostragem de ozônio podem ser encontradas na Referência 13.

Tabela 2 - Distância de Separação Mínima entre Estações de Escalas Suburbana e Urbana para Ozônio e Rodovias (Borda da Faixa de Tráfego mais Próximo)

Tráfego diário médio, veículos por dia	Distância de separação mínima entre rodovias e estação, metros
≤ 10.000	<sup>1</sup> ≤ 10
15.000	20
20.000	30
40.000	50
70.000	100
≥ 110.000	≥ 250

<sup>1</sup>Distâncias devem ser interpoladas com base no fluxo de tráfego

### 5.4 Distanciamento a Partir de Árvores e Outras Considerações

Árvores podem fornecer superfície para adsorção e/ou reações de O<sub>3</sub>, bem como obstruir o fluxo normal dos ventos. Para minimizar o possível efeito das árvores nos níveis medidos de ozônio, a entrada deve ser posicionada a pelo menos 20 metros da linha de gotejamento das árvores. Visto que o efeito de remoção de árvores é maior para ozônio do que para outros poluentes de critérios, deve-se, a fim de evitar este problema, levar fortemente em consideração este efeito na localização de entradas para monitoramento de ozônio. Portanto, o amostrador deve ficar a pelo menos 10 metros afastado da linha de gotejamento de árvores que estejam localizadas entre a área central urbana e o amostrador, ao longo da direção predominante dos ventos durante os dias de verão.

## 6 DIÓXIDO DE NITROGÊNIO (NO<sub>2</sub>)

### 6.1 Posicionamentos Horizontal e Vertical da Entrada de Ar

A altura da entrada de ar de um amostrador de NO<sub>2</sub> deve ficar de 3 a 15 metros acima do nível do solo. Trata-se de uma conciliação entre medir na zona de respiração e evitar vandalismo, achar locais adequados etc. Para NO<sub>2</sub>, a altura não parece ser um fator crítico visto que o NO<sub>2</sub> deve estar bastante bem misturado e de alguma forma uniforme na direção vertical. A distância da entrada a partir da estrutura de suporte deve ser maior que 1 metro tanto na vertical quanto na horizontal.

### 6.2 Distanciamento a Partir de Obstruções

Edifícios e outros obstáculos podem remover NO<sub>2</sub> do ambiente. A fim de evitar este tipo de interferência, a estação deve ser locada bem distante de tais obstáculos de modo que a distância entre obstáculos e a entrada seja de pelo menos duas vezes a diferença de nível entre o obstáculo e a entrada. As estações de amostragem localizadas mais perto de obstáculos do que o critério permite não devem ser classificadas como escala suburbana ou escala urbana, visto que as medições de tais estações representariam mais a escala média. Tais estações devem ser classificadas como de escala média. Por razões semelhantes, uma entrada perto de uma parede vertical é indesejável porque o ar fluindo ao longo da parede pode ficar sujeito a possíveis mecanismos de remoção. O fluxo de ar deve ficar livre num arco de pelo menos 270° em torno da entrada, e a direção predominante dos ventos para a estação com potencial das mais altas concentrações de poluentes deve estar dentro do arco de 270°. Se a entrada estiver ao lado de um edifício, é exigida uma abertura livre de 180°.

### 6.3 Distanciamento a Partir de Rodovias

É importante que a entrada do amostrador seja mantida longe de fontes de dióxido de nitrogênio a fim de evitar que as medições sejam dominadas por qualquer outra fonte e de permitir que haja tempo suficiente para conversão (reações) de emissões de NO em NO<sub>2</sub>. Além disso, os efeitos de fontes estrada devem ser minimizados empregando-se distâncias de separação para estações de escala suburbana e escala urbana, encontradas na Tabela 3. Estas distâncias foram baseadas em novos cálculos, com dados ambientais mais recentes, coletados próximo a uma estrada principal. Deve-se manter a mínima distância de separação entre uma entrada de amostrador de NO<sub>2</sub> e qualquer outro movimento similar de tráfego automotivo como por exemplo áreas de estacionamento. Estações de amostragem localizadas mais perto de estradas do que este critério permite não devem, geralmente, ser classificadas como escala suburbana ou escala urbana, visto que as medições de tais estações são mais representativas de estações de escala média. Tais estações devem em geral ser classificadas como de escala média. Mais informações sobre critérios de posicionamento de entradas de amostradores de NO<sub>2</sub> podem ser encontradas na Referência 13.

Tabela 3 - Distância de Separação Mínima entre Estações de Escalas Suburbana e Urbana para NO<sub>2</sub> e Rodovias (Borda da Faixa de Tráfego mais Próximo)

Tráfego diário médio, veículos por dia	Distância de separação mínima entre rodovias e estação, metros
?10.000	<sup>1</sup> ?10
15.000	20
20.000	30
40.000	50
70.000	100
?110.000	?250

<sup>1</sup>Distâncias devem ser interpoladas com base no fluxo de tráfego

## 6.4 Distanciamento a Partir de Árvores e Outras Considerações

Árvores podem prover superfícies para adsorção e/ou reações de  $\text{NO}_2$  e obstruir fluxos normais de ventos. Para minimizar os possíveis efeitos de árvores nas medições de concentração de  $\text{NO}_2$ , o amostrador deve ser colocado a pelo menos 20 metros da linha de gotejamento de árvores. Para árvores cujo topo fique 5 m ou mais acima do nível da entrada do amostrador, este deve ser colocado a pelo menos 10 metros da linha de gotejamento de árvores.

## 8 MATERIAL PARTICULADO ( $\text{MP}_{10}$ )

### 8.1 Posicionamento Vertical

Muito embora sejam poucos os estudos de gradientes de concentração de  $\text{MP}_{10}$  em torno de estradas ou de outras fontes ao nível do solo, as Referências 1, 2, 4, 18 e 19 deste Apêndice mostram uma variação distinta na distribuição de níveis de PTS (partículas totais em suspensão) e Pb próximo a estradas. As PTS, altamente afetadas pela gravidade, apresentam grandes gradientes de concentração, ambos na horizontal e na vertical, imediatamente adjacentes a estradas. O chumbo, sendo predominantemente submicrométrico em tamanho, se comporta mais como um gás, exibindo gradientes verticais e horizontais menores dos que os das PTS. As partículas  $\text{MP}_{10}$ , com dimensões intermediárias entre estes dois extremos exibem propriedades de dispersão de ambos gás e partículas sedimentáveis, realmente apresentando gradientes na vertical e na horizontal.<sup>30</sup> Semelhante ao monitoramento para outros poluentes, o posicionamento ótimo da entrada do amostrador para monitoramento de  $\text{MP}_{10}$  deve ser ao nível da altura da respiração. Entretanto, fatores práticos, tais como prevenção de vandalismo e precauções de segurança, devem ser consideradas na instalação de um monitor de  $\text{MP}_{10}$ . Feitas estas considerações, a entrada de ar de amostradores para monitoramento de  $\text{MP}_{10}$  em microescala deve ficar entre 2 e 7 metros acima do nível do solo. O limite menor é baseado numa conciliação entre facilidade de operação do amostrador e necessidade de se evitar a entrada de partículas provenientes de superfícies poeirentas. O limite superior representa uma conciliação entre a necessidade de se fazer medições as mais representativas de exposições da população e as considerações dos fatores práticos mencionados acima.

Para escalas espaciais médias ou maiores, os gradientes de concentração verticais que resultam de difusão maior não são tão grandes como para a microescala. Assim, a altura exigida para entradas de ar em escalas médias ou maiores é de 2 a 15 metros.

### 8.2 Distanciamento a Partir de Obstruções

Caso o amostrador seja instalado no teto de um prédio ou sobre outra estrutura, então deve haver uma separação de pelo menos 2 metros a partir de paredes, parapeitos, coberturas de prédios etc. Não pode existir nenhum forno ou gases de incineração nas imediações. Esta distância a partir da saída dos gases é dependente da altura da saída, do tipo de gás ou combustível queimado e da qualidade do combustível (teor de cinzas). No caso de emissões em uma chaminé, resultantes da combustão de gás natural, deve-se, como medida de cautela, instalar o amostrador a pelo menos 5 metros da chaminé.

Por outro lado, caso seja queimado óleo combustível, carvão ou resíduo sólido e a chaminé seja suficientemente curta de modo que se possa razoavelmente esperar que a pluma impacte sobre a entrada do amostrador numa parte significativa do tempo, outros prédios / locais na área, que sejam livres destes tipos de fontes, devem ser considerados para as amostragens. As árvores provêm superfícies para deposição de partículas e também restringem o fluxo de ar. Portanto, o amostrador deve ser instalado a pelo menos a 20 metros da linha de gotejamento de árvores e deve estar a 10 metros da linha de gotejamento quando as árvores se portarem como obstrução.

O amostrador deve também ser instalado longe de obstáculos, tais como prédios, de modo que a distância entre o obstáculo e o amostrador seja pelo menos duas vezes a altura que o obstáculo fique acima do amostrador exceto para locais em cânions de ruas. Estações de amostragens localizadas mais perto de obstáculos do que este critério permite não deve ser classificadas como de escala suburbana, urbana ou regional, visto que as medições de tal estação

são mais representativas de estações de escala média.

O fluxo de ar deve estar desobstruído num arco de pelo menos 270° em torno do amostrador, exceto para locais em cânions de ruas. Visto que a finalidade do local de categoria (a) é medir as concentrações máximas a partir de uma estrada ou de uma fonte pontual, não deve haver obstrução significativa entre a estrada ou fonte pontual e o monitor, mesmo que se satisfaçam outros critérios de obstrução. A direção predominante para a estação com o maior potencial de concentração de poluentes deve estar dentro do arco de 270°

### 8.3 Distanciamento a Partir de Rodovias

Visto que as emissões associadas com a operação de veículos motorizados contribuem para os níveis ambientais de material particulado numa área urbana, são necessários critérios de distanciamento a partir de rodovias para se assegurar consistência a nível nacional na instalação de amostradores MP<sub>10</sub>.

A intenção é localizar estações NAMS de categoria (a) em áreas das mais altas concentrações, sejam de fontes móveis, sejam de múltiplas fontes estacionárias. Se a área for predominantemente afetada por fontes móveis e as áreas de concentrações máximas forem consideradas locais de corredor de tráfego ou de cânion de ruas, então os monitores devem ser localizados próximo a rodovias com o maior volume de tráfego e a distâncias de separação mais prováveis de produzir as mais altas concentrações. Para estação em corredor de tráfego microescala, o local deve ficar entre 5 e 15 metros a partir da rodovia principal. Para estação em cânion de ruas microescala, o local deve ficar entre 2 e 10 metros a partir da rodovia principal. Uma relação de distâncias a partir da rodovia aceitáveis é mostrada na Figura 2 para estações de escala média. A Figura 2 também inclui distâncias de separação entre uma rodovia e estações suburbanas ou estações de escala maior à revelia. Qualquer estação com altura de 2 a 15 metros, e mais para trás do que o ditado pelos requisitos de escala média, é geralmente de escala suburbana, urbana ou regional. Por exemplo, de acordo com a Figura 2, se um amostrador de MP<sub>10</sub> for predominantemente influenciado por emissões de rodovias e se estiver instalado a 10 metros de uma estrada com TDM = 30.000 (NT: TDM é tradução de ADT, "average daily traffic", por sua vez traduzido por "tráfego diário médio"), a estação deverá ser classificada como de microescala, contanto que a altura do amostrador esteja entre 2 e 7 metros. Se a altura do amostrador estiver entre 7 e 15 metros, a estação deverá ser classificada como de escala média. Se o amostrador estiver a 20 metros da mesma rodovia, ele será classificado como de escala média; se a 40 metros, de escala suburbana; e se a 110 metros, de escala urbana.

É importante notar que as distâncias de separação mostradas na Figura 2 são medidas a partir da borda da faixa de tráfego mais próxima, que, ao mesmo tempo, tenha a maior influência no local. Em geral, esta suposição é uma super-simplificação das configurações urbanas usuais, que normalmente têm várias ruas impactando um mesmo local. Os efeitos das ruas ao redor, velocidade e direção dos ventos e topografia devem ser considerados juntamente com a Figura 2, antes que seja feita a decisão final sobre a mais apropriada escala espacial a ser designada para a estação de amostragem.

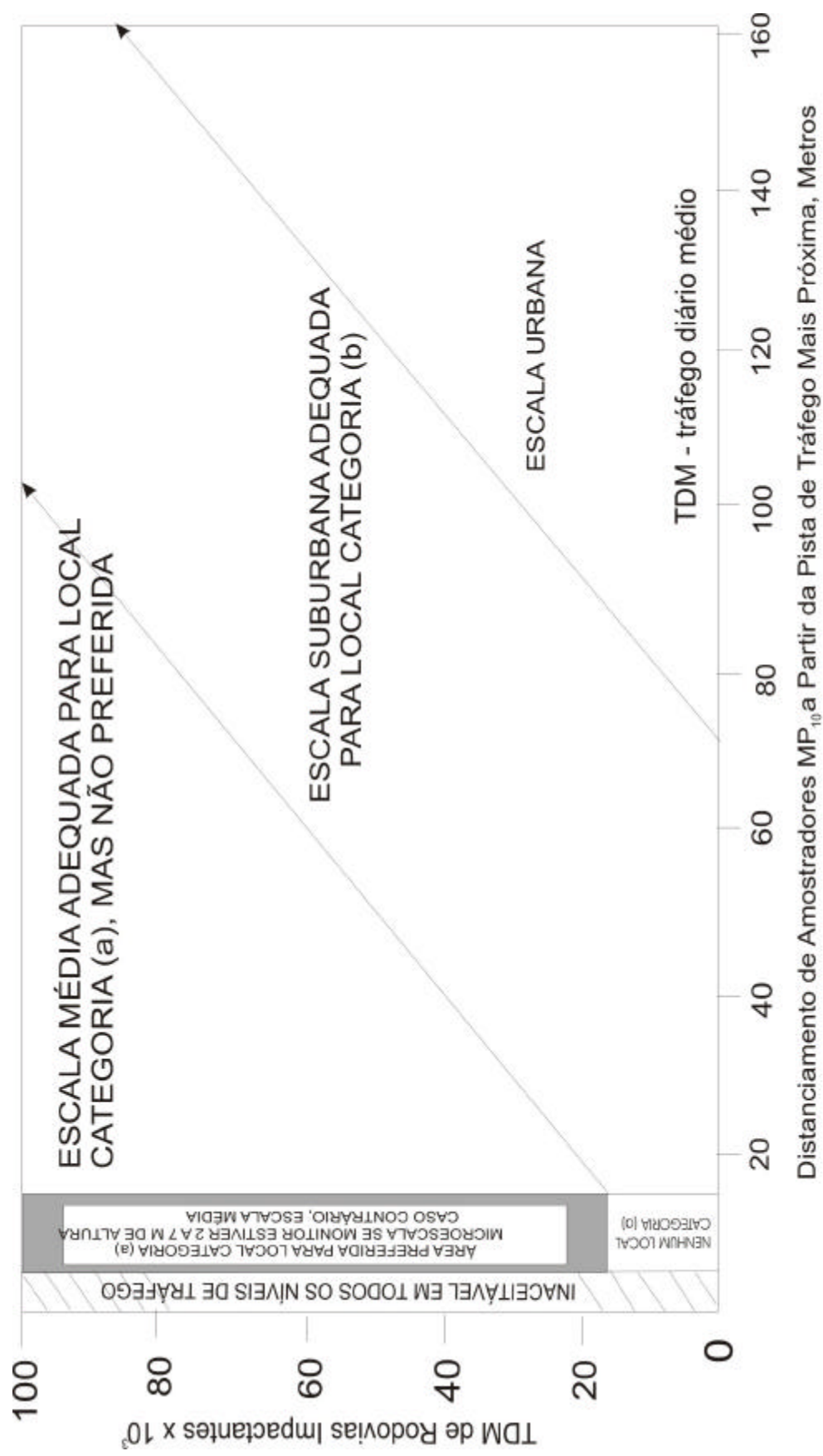
### 8.4 Outras Considerações

Para áreas primordialmente influenciadas por emissões de fontes estacionárias, relativamente a emissões de estradas, pode-se encontrar orientação para a localização das mesmas no documento "Optimum Network Design and Site Exposure Criteria for Particulate Matter".<sup>29</sup>

As estações não devem ser instaladas em áreas não pavimentadas, a menos que haja cobertura vegetal do solo o ano todo, de modo que o impacto da poeira levantada pelo vento seja mantido a nível mínimo.

## 9 MATERIAL PARA ENTRADA E TEMPO DE RESIDÊNCIA DE AMOSTRA DE POLUNTE

Para os gases reativos, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>, a entrada de ar deve ser feita de material especial. Estudos foram realizados para se determinar a adequação de materiais tais como polipropileno,



Distanciamento de Amostradores  $MP_{10}$  a Partir da Pista de Tráfego Mais Próxima, Metros

**Figura 2 Áreas Aceitáveis para Amostradores  $MR_0$  de Microescala ,**  
**Escala Média, Escala Suburbana e Escala Urbana,**  
**Exceto Locais Microescala de Cânions de Ruas**

polietileno, cloreto de polivinil, tygon, alumínio, latão, aço inoxidável, cobre, vidro borossilicato e PTFE, para uso como linhas de tomadas de amostras. Dos materiais acima, somente o vidro borossilicato e o PTFE são considerados aceitáveis para uso como revestimento interno de entrada de amostragem para todos os poluentes gasosos reativos. Além disso, o vidro borossilicato e o PTFE foram especificados pela EPA como os únicos materiais aceitáveis nas linhas de tomadas de ar de amostragem na determinação de métodos de referência ou equivalente. Portanto, o vidro borossilicato e o PTFE, ou seus equivalentes, deverão ser usados nas existentes ou novas estações NAMS e SLAMS.

Para o monitoramento de VOC (Compostos Orgânicos Voláteis) nas estações SLAMS designadas como PAMS (Estação de Monitoramento de Avaliação Fotoquímica) o PTFE é considerado inaceitável como material de entrada por causa da adsorção e desorção do VOC no PTFE. O vidro borossilicato e o aço inoxidável ou seus equivalentes são os materiais aceitáveis para entrada de amostragem de VOC e carbonila. Deve-se tomar o cuidado de assegurar que o tempo de residência da amostra não ultrapasse 20 segundos.

Não importa quão não-reativo o material da entrada de amostragem seja inicialmente, depois de um certo tempo de uso acaba ocorrendo deposição de material particulado reativo nas paredes da entrada. Portanto, o tempo que leva os gases para se deslocarem da extremidade da entrada para o dispositivo de coleta é também crítico. Na presença de NO, o ozônio sofre perdas significativas mesmo no material de entrada o mais inerte quando o tempo de residência excede 20 segundos.<sup>26</sup> Outros estudos<sup>27-28</sup> indicam que um tempo de residência de 10 segundos ou menos é facilmente obtido. Portanto, o tempo de residência da amostra na entrada de amostragem de monitores de gases reativos em estações SLAMS ou NAMS não deve ultrapassar 20 segundos.

## 12 DISCUSSÃO E RESUMO

A Tabela 6 apresenta um resumo das exigências para critérios de localização de entradas de ar com respeito a distâncias e alturas. Na tabela, diferentes distâncias de elevação acima do solo são mostradas para os vários poluentes. A discussão do texto descreve, para cada poluente, as razões para a elevação do monitor ou da entrada de ar. As diferenças na faixa especificada de alturas são baseadas nos gradientes de concentração verticais. Para o CO, os gradientes na direção vertical são muito grandes para microescala, de modo que uma faixa pequena de alturas é usada. O limite superior de 15 metros foi especificado para consistência entre poluentes e para permitir o uso de um único manifold para monitoramento de mais de um poluente.

Tabela 6 - Resumo de Critérios de Localização de Estações

Poluente	Escala	Altura acima do solo, metros	Distância a partir de estruturas de suporte, metros		Outros critérios de distanciamento
			Vertical	Horizontal <sup>a</sup>	
SO <sub>2</sub>	Todas	3-15	>1	>1	1. Deve ser > 20 metros a partir da linha de gotejamento de árvores e deve ser de 10 metros a partir da linha de gotejamento quando a árvore se constitui numa obstrução.
					2. A distância da entrada de ar ao obstáculo, tal como prédios, deve ser pelo menos duas vezes a diferença de nível entre a entrada e o topo do obstáculo. <sup>b</sup>
					3. O fluxo de ar deve ficar desobstruído num arco de 270° em torno da entrada, ou de 180° se a entrada estiver ao lado de um edifício.
					4. Não deve haver nenhum forno ou saída de gases nas proximidades. <sup>c</sup>
CO	Micro	3 ± ½	>1	>1	1. Deve ser >10 metros a partir de cruzamentos de ruas e deve ser instalado na metade da quadra.
					2. Deve ser de 2 a 10 metros a partir da borda da faixa de tráfego mais próxima.
					3. O fluxo de ar deve estar desobstruído num arco de 180° em torno da entrada.
	Média Suburbana	3-15	>1	>1	1. O fluxo de ar deve estar desobstruído num arco de 270° em torno da entrada, ou de 180° se a entrada está ao lado de um edifício.
2. O distanciamento a partir de estradas varia com o tráfego (ver Tabela 1).					
O <sub>3</sub>	Todas	3-15	>1	>1	1. Deve ser > 20 metros a partir da linha de gotejamento de árvores e deve ser de 10 metros a partir da linha de gotejamento quando a árvore se constitui numa obstrução.
					2. A distância da entrada de ar ao obstáculo, tal como prédios, deve ser pelo menos duas vezes a diferença de nível entre a entrada e o topo do obstáculo. <sup>b</sup>
					3. O fluxo de ar deve estar desobstruído num arco de 270° em torno da entrada, ou de 180° se a entrada está ao lado de um edifício.
					4. O distanciamento com relação a estradas varia com o tráfego (ver Tabela 2).
NO <sub>2</sub>	Todas	3-15	>1	>1	1. Deve ser > 20 metros a partir da linha de gotejamento de árvores e deve ser de 10 metros a partir da linha de gotejamento quando a árvore se constitui numa obstrução.
					2. A Distância da entrada de ar ao obstáculo, tal como prédios, deve ser pelo menos duas vezes a diferença de nível entre a entrada e o topo do obstáculo. <sup>b</sup>
					3. O fluxo de ar deve estar desobstruído num arco de 270° em torno da entrada, ou 180° se a entrada está ao lado de um edifício.
					4. O distanciamento com relação a estradas varia com o tráfego (ver Tabela 3).

Tabela 6 - Resumo de Critérios de Localização de Estações(cont.)

Poluente	Escala	Altura acima do solo, metros	Distância a partir de estruturas de suporte, metros		Outros critérios de distanciamento
			Vertical	Horizontal <sup>a</sup>	
Pb	Micro	2-7	-	>2	<p>1. Deve ser &gt; 20 metros a partir da linha de gotejamento de árvores e deve ser de 10 metros a partir da linha de gotejamento quando a árvore se constitui numa obstrução.<sup>b</sup></p> <p>2. A distância da entrada de ar ao obstáculo, tal como prédios, deve ser pelo menos duas vezes a diferença de nível entre a entrada e o topo do obstáculo.<sup>b</sup></p> <p>3. O fluxo de ar deve estar desobstruído num arco de 270° em torno da entrada, ou de 180° se a entrada está ao lado de um edifício.</p> <p>4. Não deve haver nenhum forno ou saída de gases nas proximidades.<sup>c</sup></p> <p>5. Deve ficar de 5 a 15 metros a partir de rodovias principais.</p>
	Média, Suburbana, Urbana e Regional	2-15	-	>2	<p>1. Deve ser &gt; 20 metros a partir da linha de gotejamento de árvores e deve ser de 10 metros a partir da linha de gotejamento quando a árvore se constitui numa obstrução.</p> <p>2. A distância da entrada de ar ao obstáculo, tal como prédios, deve ser pelo menos duas vezes a diferença de nível entre a entrada e o topo do obstáculo.<sup>b</sup></p> <p>3. O fluxo de ar deve estar desobstruído num arco de 270° em torno da entrada.</p> <p>4. Não deve haver nenhum forno ou saída de gases nas proximidades.<sup>c</sup></p> <p>5. O distanciamento com relação a estradas varia com o tráfego (ver Tabela 4).</p>
MP <sub>10</sub>	Micro	2-7	-	>2	<p>1. Deve ser &gt; 20 metros a partir da linha de gotejamento de árvores e deve ser de 10 metros a partir da linha de gotejamento quando a árvore se constitui numa obstrução.</p> <p>2. A distância da entrada de ar ao obstáculo, tal como prédios, deve ser pelo menos duas vezes a diferença de nível entre a entrada e o topo do obstáculo.<sup>b</sup></p> <p>3. O fluxo de ar deve estar desobstruído num arco de 270° em torno da entrada, exceto para locais de cânions de ruas.</p> <p>4. Não deve haver nenhum forno ou saída de gases nas proximidades.<sup>c</sup></p> <p>5. O distanciamento a partir de estradas varia com o tráfego (ver Figura 2), exceto para local de cânions de ruas que deve ser de 2 a 10 metros a partir da borda da faixa de tráfego mais próxima.</p>

Tabela 6 - Resumo de Critérios de Localização de Estações(cont.)

Poluente	Escala	Altura acima do solo, metros	Distância a partir de estruturas de suporte, metros		Outros critérios de distanciamento
			Vertical	Horizontal <sup>a</sup>	
MP <sub>10</sub>	Média, Suburbana, Urbana e Regional	2-15	-	>2	1. Deve ser > 20 metros a partir da linha de gotejamento de árvores e deve ser de 10 metros a partir da linha de gotejamento quando a árvore se constitui numa obstrução.
					2. A distância da entrada de ar ao obstáculo, tal como prédios, deve ser pelo menos duas vezes a diferença de nível entre a entrada e o topo do obstáculo. <sup>b</sup>
					3. O fluxo de ar deve estar desobstruído num arco de 270° em torno da entrada, exceto para locais de cânions de ruas.
					4. Não deve haver nenhum forno ou saída de gases nas proximidades. <sup>c</sup>
					5. O distanciamento com relação a estradas varia com o tráfego (ver Figura 2).
VOC	3-15	>1	>1	>1	1. Deve ser > 20 metros a partir da linha de gotejamento de árvores e deve ser de 10 metros a partir da linha de gotejamento quando a árvore se constitui numa obstrução.
					2. A distância da entrada de ar ao obstáculo, tal como prédios, deve ser pelo menos duas vezes a diferença de nível entre a entrada e o topo do obstáculo. <sup>b</sup>
					3. O fluxo de ar deve estar desobstruído num arco de 270° em torno da entrada, ou de 180° se a entrada estiver ao lado de um edifício.
					4. O distanciamento com relação a estradas varia com o tráfego (ver Tabela 5)

(a) Quando a tomada de ar estiver no teto de um prédio, esta distância de separação é em relação a paredes, parapeitos ou coberturas localizadas no teto.

(b) Locais que não satisfazem este critério são classificados como de média escala (ver texto).

(c) A distância é função da altura da exaustão de fornos ou incineradores, tipo de combustível ou resíduo queimado e qualidade do combustível (teor de enxofre, cinzas ou chumbo). Isto é para evitar influências negativas de pequenas fontes poluidoras.

## 13 REFERÊNCIAS

1. Brian, R.J., R.J. Gordon, and H. Menck. Comparison o High Volume Air Filter Samples at Varying Distances from Los Angeles Freeway. University of Southern Califórnia, School of Medicine, Los Angeles, CA (Presented at 66th Annual Meeting of Air Pollution Control Association. Chicago, Il., June 24-28, 1973. APCA 73-158.)
2. Teer, E.H. Atmospheric lead Concentration Above Urban Street. Master of Sciences Thesis, Washington University, St. Louis, MO. January 1971
3. Bradway, R.M., F.A. Record, and W.E. Belanger. Monitoring and Modeling of Resuspended Roadway Dust Near Urban Arterials. GCA Technology Division, Bedford, MA. (Presented at 1978 Annual Meeting of Transportation Research Board, Washington, DC. January 1978.
4. Pace, T.G., W.P. Freas, and E.M. Afify. Quantification of Relationship Between Monitor Height and Measured Particulate Levels in Seven U.S. Urban Áreas. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. (Presented at 70th Annual Meeting of Air Pollution Control Association, Toronto, Canadá, June 20-24, 1977. APCA 77-13.4.)
5. Harrison, P.R. Considerations for Siting Air Quality Monitors in Urban Áreas. City of Chicago, Department of Environmental Control, Chicago, IL. (Presented at 66th Annual Meeting of Air Pollution Control Association, Chicago, IL., June 24-28, 1873. APCA 73-161)
6. Study of Suspended Particulate Measurements at Varying Heights Above Ground. Texas State Department of Health, Air control Section, Austin, TX. 1970. p. 7.
7. Rodes, C.E. and G.F. Evans. Summary of LACS Integrated Pollutant Data. In: Los Angeles Catalyst Study Symposium. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. EPA Publication No. EPA-600/4-77-034. June 1977.
8. Lynn, D.A. et al. National Assessment of the Urban Particulate Problem: Volume 1, National Assessment. GCA Technology Division, Bedford, MA. U.S Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. EPA Publication No. EPA-450/3-75-024. June 1976.
9. Pace, T.G. Impact of Vehicle Related Particulates on TSP Concentrations and Rationale for Siting Hi-Vols in the Vicinity of Roadways. OAQPS, U.S. Environmental Protection Agency, Research Tringle Park, NC. April 1978.
10. Ludwig, F.L., J.H. Kealoha, and E. Shelar. Selecting Sites for Monitoring Total Susspended Particulates. Stanford Research Institute, Menlo Park, CA. Prepared for U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. EPA Publication No. EPA-450/3-77-018. June 1977, revised December 1977.
11. Hall, R.J. and G.E. Anderson. Optimum Site Exposure Criteria for SO<sub>2</sub> Monitoring. The Center for the Environment and Man, Inc., Hartford, CT. Prepared for U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. EPA Publication No. APA-450/3-75-077. September 1975.
12. Ludwig, F.L. and J.H.S. Kealoha. Selecting Sites for Carbon Monoxide Monitoring. Stanford Research Institute, Menlo Park, CA. Prepared for U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. EPA Publication No. EPA-450/3-75-077. September 1975.
13. Ludwig, F.L. and E. Shelar. Site Selection for the Monitoring of Photochemical Air Pollutants. Stanford Research Institute, Menlo Park, CA. Prepared for U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. EPA Publication No. EPA-450/3-78-013. April 1978.
14. Lead Analysis for Kansas City and Cincinnati. PEDCo Environmental, Inc., Cincinnati, OH. Prepared for U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. EPA Contract No. 66-02-2515, June 1977.
15. Barltrap, D and C.D. Sterlow. Westway Nursery Testing Project. Report to the Greater London Council. August 1976.
16. Daines, R.H., H. Moto, and D.M. Chiko. Atmospheric Lead: Its Relationship to Traffic Volume and Proximity to Highways. Environ. Sci. and Technol., 4:318, 1970.
17. Jonhson, D.E. et al. Epidemiology Study of the Effects of Automobile Traffic on Blood Lead Levels, Southwest Research Institute, Houston, TX. Prepared for U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. EPA-600/1-78-055, August 1978.

18. Air Quality Ceiteria for Lead. Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. EPA-600/8-77-017. December 1977.
19. Lyman, D.R. The Atmospheric Diffusion of Carbon Monoxide and Lead from an Expressway, Ph.D. Dissertation, University of Cincinnati, Cincinnati, OH. 1972.
20. Wechter, S.G. Preparation of Stable Pollutant Gás Standards Using Treated Aluminum Cylinders. ASTM STP. 598:40-54, 1976.
21. Wohlers, H.C., H. Newstein and D. Daunis. Carbon Monoxide and Sulfur Dioxide Adsorption On and Description From Glass, Plastic and Metal Tubings. J. Air Poll. Com. Assoc. 17:753, 1976.
22. Elfers, L.A. Field Operating Guide for Automated Air Monitoring Equipment. U.S. NTIS. p. 202, 249, 1971.
23. Hughes, E.E. development of Standard Reference Material for Air Quality Measurement. ISA Transaction, 14:281-291, 1975.
24. Altshuler, A.D. and A.G. Wartburg. The Interaction of Ozone with Plastic and Metallic Materials in a Dynamic Flow System. Intern. Jour. Air and Water Poll., 4:70-78, 1961.
25. CFR Title 40 part 53.22, July 1976.
26. Butcher, S.S. and R.E. Ruff. Effect of Inlet Residence Time on Analysis of Atmospheric Nitrogen Oxide and Ozone, Anal. Chem., 43:1890, 1971.
27. Slowik, A.A. and E.B. Sansone. Diffusion Losses of Sulfur Dioxide in Sampling Manifolds. J. Air Poll. Com. Assoc., 24:245, 1974.
28. Yamada, V.M. and R.J. Charlson. Proper Sizing of the Sampling Inlet Line for a Continuous Air Monitoring Station. Environ. Sci. and Technol., 3:483, 1969.
29. Koch, R.C. and H.E. Rector. Optimum Network Design and Site Exposure Criteria for Particulate Matter, GEOMET Technologies, Inc., Rockville, MD. Prepared for U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. EPA Contract No. 68-02-3584. EPA 450/4-87-009. May 1987.
30. Burton, R.M. and J.C. Suggs. Philadelphia Roadway Study. Environmental Monitoring Systems Laboratory, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. EPA 600/4-84-070. September 1984.
31. Technical Assistance Document for Sampling and Analysis of Ozone Precursors. Atmospheric Research and Exposure Assessment Laboratory. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. EPA 600/8-91-215. October 1991.
32. Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems: Volume IV. Meteorological Measurements. Atmospheric Research and Exposure Assessment Laboratory. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. EPA 600/4-90-0003. August 1989.
33. On-Site Meteorological Program Guidance for Regulatory Modeling Applications. Office of Air Quality Planning and Standards, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. EPA 450/4-87-013. June 1987.