



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: (21) 501-1998 Fax: (21) 241-1354

PROJETO DE REDES DE ESTAÇÕES PARA MEDIÇÕES DE SO₂, CO, O₃, NO₂ E MP₁₀

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

Projeto de Redes Estaduais e Locais para Estações de Monitoramento do Ar (SLAMS), Estações Nacionais de Monitoramento do Ar (NAMS) e Estações de Avaliação Fotoquímica (PAMS)

TRADUÇÃO (PARCIAL) DO ORIGINAL:

**Network Design for
State and Local Air Monitoring Stations (SLAMS),
National Air Monitoring Stations (NAMS), and
Photochemical Assessment Monitoring Stations (PAMS)**

Tradução de José Walderley Coêlho Dias

Revisão de Carlos Alberto Frondizi

**Rio de Janeiro
24 de Novembro de 2006**

CONSIDERAÇÕES GERAIS

O objetivo deste trabalho é traduzir os procedimentos da US EPA para projetos de estações de monitoramento de SO₂ (dióxido de enxofre), CO (monóxido de carbono), O₃ (ozônio), NO₂ (dióxido de nitrogênio) e MP₁₀ (partículas de até 10 micrometros ou inaláveis), encontrados no Apêndice D da Parte 58 do Código de Regulamentos Federais - CFR 40 - da US EPA. O Apêndice contempla os seguintes poluentes:

- SO₂ (dióxido de enxofre),
- CO (monóxido de Carbono),
- O₃ (ozônio),
- NO₂ (dióxido de nitrogênio)
- Pb (chumbo)
- MP₁₀ (partículas de até 10 micrômetros ou partículas inaláveis)

Entretanto, a tradução apresentada neste Informativo é apenas para amostradores de SO₂, CO, O₃, NO₂ e MP₁₀.

Além disso, a US EPA apresenta procedimentos para três tipos de estações de monitoramento:

- 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
- PAMS (Photochemical Assessment Monitoring Stations), ou traduzindo, Estações de Monitoramento de Avaliação Fotoquímica)

Neste Informe, apenas as estações SLAMS serão abordadas, por serem as que mais se aproximam às estações que existem no Brasil, todas da esfera de OEMAs (Órgãos Estaduais de Meio Ambiente).

O título original completo do Apêndice D é:

- Appendix D - Network Design for State and Local Air Monitoring Stations (SLAMS), National Air Monitoring Stations (NAMS), and Photochemical Assessment Monitoring Stations (PAMS)

O Apêndice D tem o seguinte índice:

- 1 SLAMS Monitoring Objectives and Spacial Scales (SLAMS - Objetivos do Monitoramento e Escalas Espaciais)
- 2 SLAMS Network Design Procedures (SLAMS - Procedimentos de Projeto de Redes)
 - 2.1 Background Information for Establishing SLAMS (SLAMS - Informações Básicas para Instalação de Redes)
 - 2.2 [Reserved] (Reservado)
 - 2.3 Sulfur Dioxide (SO₂) Design Criteria for SLAMS [Critérios de Projeto de SLAMS para Dióxido de Enxofre (SO₂)]
 - 2.4 Carbon Monoxide (CO) Design Criteria for SLAMS [Critérios de Projeto de SLAMS para Monóxido de Carbono (CO)]
 - 2.5 Ozone (O₃) Design Criteria for SLAMS [Critérios de Projeto de SLAMS para Ozônio (O₃)]
 - 2.6 Nitrogen Oxide (NO₂) Design Criteria for SLAMS [Critérios de Projeto de SLAMS para Dióxido de Nitrogênio (NO₂)]
 - 2.7 Lead (Pb) Design Criteria for SLAMS [Critérios de Projeto de SLAMS para Chumbo (Pb)]
 - 2.8 PM₁₀ Design Criteria for SLAMS (Critérios de Projeto de SLAMS para MP₁₀)
- 3 Network Design for National Air Monitoring Stations (NAMS) (Projeto de Redes para Estações Nacionais de Monitoramento do Ar)
 - 3.1 [Reserved] (Reservado)

- 3.2 Sulfur Dioxide (SO₂) Design Criteria for NAMS [Critérios de Projeto de NAMS para Dióxido de Enxofre (SO₂)]
- 3.3 Carbon Monoxide (CO) Design Criteria for NAMS [Critérios de Projeto de NAMS para Monóxido de Carbono (CO)]
- 3.4 Ozone (O₃) Design Criteria for NAMS [Critérios de Projeto de NAMS para Ozônio (O₃)]
- 3.5 Nitrogen Dioxide (NO₂) Design Criteria for NAMS [Critérios de Projeto de NAMS para Dióxido de Nitrogênio (NO₂)]
- 3.6 Lead (Pb) Design Criteria for NAMS [Critérios de Projeto de NAMS para Chumbo (Pb)]
- 3.7 PM₁₀ Design Criteria for NAMS (Critérios de Projeto de NAMS para MP₁₀)
- 4 Resumo
- 5 Referências

Serão traduzidos apenas os itens relativos a SO₂, CO, O₃, NO₂ e MP₁₀ em estações SLAMS, ou sejam, os itens 1, 2, 2.1, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.8, 4 e 5.

A tradução especial é apresentada a seguir:

1 SLAMS - OBJETIVOS DO MONITORAMENTO E ESCALAS ESPACIAIS

A finalidade deste Apêndice é descrever os objetivos de monitoramento e critérios gerais a serem aplicados na instalação de redes de Estações Locais e Estaduais de Monitoramento de Ar (SLAMS) e na escolha de localizações gerais para novas estações de monitoramento. Estes critérios são também utilizados pela US EPA na avaliação da adequação das redes SLAMS.

As redes de estações SLAMS devem ser projetadas de modo a satisfazer um mínimo de quatro objetivos, a saber:

- (1) Determinar as mais altas concentrações que se espera ocorrerem na área coberta pela rede;
- (2) Determinar concentrações representativas nas áreas de alta densidade populacional;
- (3) Determinar o impacto nos níveis de poluição ambiental de fontes significativas ou de categorias de fontes;
- (4) Determinar níveis gerais de concentração de fundo.

Deve-se ressaltar que este Apêndice não contempla critérios para a determinação do número total de estações nas redes SLAMS. O tamanho ótimo de uma determinada rede SLAMS envolve conciliação entre a necessidade de dados e os recursos disponíveis, que a US EPA acredita possa ser melhor resolvida durante o processo do projeto da rede.

Este Apêndice enfoca a relação entre os objetivos de monitoramento e a localização geográfica das estações de monitoramento. Inclusive há um arrazoado e um conjunto de critérios para a identificação de locais candidatos a estações, em termos das características físicas que mais aproximadamente atendem a um objetivo de monitoramento. Os critérios para mais especificamente local a estação de monitoramento, incluindo distanciamento a partir de rodovias e posicionamentos horizontal e vertical das entradas de coleta, são descritas num outro apêndice (Apêndice E).

Para esclarecer a natureza da ligação entre os objetivos gerais de monitoramento e a localização física de uma determinada estação de monitoramento, define-se o conceito de escala espacial de representatividade de uma estação de monitoramento. O objetivo da localização de estações é corretamente combinar a escala espacial representada pela amostra de ar monitorado com a escala espacial mais apropriada ao objetivo de monitoramento da estação.

Assim, descreve-se escala espacial de representatividade em termos de dimensões físicas da parcela de ar mais próxima de uma estação de monitoramento através da qual as concentrações reais de poluentes sejam razoavelmente homogêneas. As escalas de representatividade de maior interesse para os objetivos de monitoramento definidos acima são as seguintes:

Microescala - define concentrações em volumes de ar associados com dimensões de área que vão de vários metros a até 100 metros.

Escala Média - define concentrações típicas de áreas correspondentes a várias quadras urbanas, com tamanho na faixa de cerca de 100 metros a 0,5 quilômetros.

Escala Suburbubana - define concentrações dentro de uma área estendida da cidade que tenha terreno relativamente uniforme e dimensões na faixa de 0,5 a 4,0 quilômetros.

Escala Urbana - define condições gerais e amplas de uma cidade, com dimensões da ordem de 4 a 50 quilômetros. Esta escala normalmente requer mais de um local para definição.

Escala Regional - define usualmente uma área rural de geografia razoavelmente homogênea, estendendo-se de dezenas a centenas de quilômetros.

Escalas Nacional e Global - estas escalas de medição representam concentrações que caracterizam uma nação e o globo como um todo.

A localização adequada de uma estação de monitoramento requer especificação precisa do objetivo de monitoramento, que usualmente inclui uma escala espacial de representatividade desejada. Por exemplo, considere o caso onde o objetivo é determinar as máximas concentrações de CO em áreas onde pedestres são razoavelmente expostos. Tais áreas muito provavelmente estariam localizadas dentro de grandes cânions de grandes áreas urbanas e próximas a corredores de tráfego. Estações localizadas nestas áreas muito provavelmente teriam uma microescala de representatividade, visto que as concentrações de CO geralmente atingem o pico o mais próximo de rodovias, decrescendo rapidamente à medida que se afaste o monitor da rodovia. Neste exemplo, a localização física foi determinada considerando-se modos de emissão de CO, atividades de pedestres e características físicas que afetam a dispersão dos poluentes. Deste modo, a escala espacial de representatividade não foi usada no processo de seleção; ao contrário, foi resultado da localização da estação.

Em alguns casos, a localização física de uma estação é determinada a partir de considerações de ambos o objetivo de monitoramento básico e uma escala de representatividade desejada. Por exemplo, para se determinar concentrações de CO típicas numa área geográfica razoavelmente ampla, tendo relativamente altas concentrações de CO, uma estação de escala suburbana é a mais apropriada. Tal estação seria localizada provavelmente numa área residencial ou comercial com alta densidade de emissão global de CO, e não na vizinhança imediata de qualquer rodovia isolada. Note-se que neste exemplo a escala de representatividade desejada não foi um fator importante na determinação da localização física da estação de monitoramento.

Em todo caso, a classificação da estação, em função do seu objetivo e da escala espacial de representatividade pretendidos, faz-se necessária e servirá para a interpretação dos dados de monitoramento.

A Tabela 1 ilustra a relação entre os quatro objetivos básicos de monitoramento e as escalas de representatividade geralmente mais apropriadas ao objetivo.

Tabela 1 - Relação entre Objetivos de Monitoramento e Escalas de Representatividade

Objetivo de monitoramento	Escalas de localização apropriadas
Mais alta concentração	Micro, média, suburbana (algumas vezes urbanas),
População	Suburbana, urbana
Impacto da fonte	Micro, média, suburbana
Geral/fundo	Suburbana, regional

Em seções a seguir deste Apêndice são descritas em maiores detalhes as escalas de representatividade mais apropriadas e as localizações de monitoramento gerais para cada poluente.

2 SLAMS - PROCEDIMENTOS DE PROJETO DE REDES

A seção anterior deste Apêndice enfatizou a importância de se definir os objetivos para o monitoramento de um poluente em particular. Visto que os dados de monitoramento são coletados para "representar" as condições numa parte ou sub-região de uma área geográfica, as seções anteriores incluíram uma discussão da escala de representatividade de uma estação de monitoramento. O uso desta base física para localizar estações permite uma abordagem objetiva do projeto de redes.

A discussão sobre escalas nas seções 2.2-2.6 não inclui todas as possíveis escalas para cada poluente. As escalas discutidas são aquelas que se considera serem mais pertinentes ao projeto de uma rede SLAMS.

A fim de avaliar uma rede de monitoramento e determinar a adequação de certas estações de monitoramento, é necessário examinar individualmente cada estação de monitoramento, expressando o objetivo do monitoramento e determinando a escala espacial de representatividade. Isso mais do que assegurará compatibilidade entre estações do mesmo tipo. Isso também proverá uma base física para a interpretação e aplicação dos dados. Isso ajudará a evitar possíveis discrepâncias entre representações reais e representações interpretadas dos dados. É importante observar que as redes SLAMS podem não ser suficientes para uma completa descrição da qualidade do ar. Em muitas situações, deve-se complementar o monitoramento ambiental com modelos de dispersão, por exemplo, determinando o impacto de fontes pontuais ou definindo os limites das áreas de "não consecução" (NT: "non-attainment", em inglês).

2.1 Dados Básicos para a Instalação de uma Rede SLAMS

As informações básicas consideradas no processo de seleção de redes SLAMS a partir de redes existentes e no estabelecimento de novas redes SLAMS consistem em inventários de emissões, resumos climatológicos e características geográficas. Tais informações devem servir de base para julgamentos decisórios aplicados durante o processo de seleção da estação. Para novas estações, deve-se utilizar as informações de fundo para decidir sobre a localização real, levando-se em consideração o objetivo do monitoramento e a escala espacial e seguindo os procedimentos detalhados nas Referências 1 a 4.

Os inventários de emissões são geralmente o tipo de informação básica mais importante no projeto de redes SLAMS. Os dados de emissões são informações valiosas concernentes ao tamanho e distribuição de grandes fontes pontuais. Emissões de fontes área encontram-se geralmente disponíveis para municípios, mas, onde possível, devem ser subdivididas em áreas menores ou malhas, principalmente se for necessário usar modelagem de dispersão como base para a determinação sobre onde devem ser localizadas as estações. Algumas vezes, isso deve ser feito de modo bem grosseiro, por exemplo, na base de unidades populacionais ou habitacionais. Em geral, as malhas devem ser menores em áreas de população densa do que em regiões de população não tão densa.

Os dados de inventários de emissões para fontes pontuais encontram-se geralmente disponíveis para qualquer área do país (NT: nos EUA), tanto para períodos médios anuais como sazonais. Dados específicos, caracterizando emissões de grandes fontes pontuais para os períodos médios mais curtos (variação diuturna, curvas de carga etc.), podem ser obtidos nas próprias fontes. Visto não serem disponíveis na EPA, pode-se gerar dados de emissões de fontes área por estação dividindo-se totais anuais de acordo com dias-grau.

Dados de fontes área detalhados são também valiosos na avaliação da adequação de uma rede existente, para verificar se a estação foi localizada na escala espacial de representatividade desejada ou não. Por exemplo, pode ser desejo de uma agência ter uma estação de CO existente medindo na escala suburbana.

Examinando-se os dados de tráfego para a área e examinando-se a localização física da estação com respeito a rodovias, pode-se determinar se uma estação está de fato medindo ou não a qualidade do ar na escala desejada.

Os resumos climatológicos de maior uso são as distribuições de frequência da velocidade e direção do vento. A rosa dos ventos é uma apresentação gráfica das frequências direcionais de fácil interpretação. Também existem outros tipos de dados climatológicos úteis, mas, em geral, não são tão diretamente aplicáveis ao processo de seleção de local como os são as estatísticas do vento.

Geralmente, os dados meteorológicos gerados em estações meteorológicas aeroportuárias nacionais apropriadas (não necessariamente as mais próximas), localizadas na vizinhança da área com perspectivas de localização, refletem adequadamente as condições na área de interesse, pelo menos para períodos médios anuais e sazonais. Para o processamento de dados em situações de terreno e meteorologia complexos, devem ser consultados especialistas em dispersão atmosférica. Estações meteorológicas nacionais (NWS - National Weather Station) podem geralmente fornecer a maioria dos dados meteorológicos relevantes aos projetos de redes, em qualquer lugar do país. Incluem-se aí dados conjuntos de distribuição de frequência de ventos e estabilidade atmosférica (estabilidade-rosa dos ventos).

Os dados geográficos servem para se determinar a distribuição de atributos naturais, tais como florestas, rios e lagos, e obras de arte feitas pelo homem. Fontes úteis de tais dados são os mapas rodoviários e topográficos, fotografias aéreas e mesmo fotografias de satélites. Os dados podem ser de terreno e solo da área considerada para local de monitoramento, de grandes corpos d'água nas proximidades, da distribuição de fontes poluidoras na área, do local de estações aeroportuárias NWS, das quais dados meteorológicos poderão ser obtidos, etc. O uso do solo e características topográficas de certas áreas de interesse podem ser determinados a partir de mapas do U.S. Geological Survey (USGS) e de mapas de uso do solo. Informações detalhadas da fisiografia urbana (dimensões de prédios/ruas etc.) podem ser obtidas de observações visuais e fotografias aéreas, bem como de levantamentos que suplementem as informações disponíveis daquelas fontes. Tais informações podem ser usadas na determinação da localização de fontes poluidoras locais dentro e em redor de locais de estações prospectivas.

2.3 Critérios de Projeto de SLAMS para Dióxido de Enxofre (SO₂)e

Para o monitoramento de SO₂ em estações SLAMS são usadas as escalas média, suburbana, urbana e regional. Por causa da natureza da distribuição de SO₂ em áreas urbanas, a escala média é a escala mais provável de ser representada por uma única medição numa área urbana, contanto que se possa eliminar os efeitos indevidos de fontes locais (sejam fontes grandes ou pequenas). As escalas suburbanas seriam as mais provavelmente representadas por medições individuais em áreas suburbanas com gradientes de concentração mais baixos. As escalas urbanas representariam áreas onde as concentrações são uniformes numa área geográfica maior. As medições de escala regional seriam associadas com áreas rurais.

Escala Média - Alguns usos de dados associados com medições de SO₂ em escala média são para avaliação dos efeitos de estratégias de controle visando a reduzir concentrações urbanas (especialmente para os períodos médios de 3 horas e 24 horas) e para monitoramento de episódios de poluição do ar.

Escala Suburbana - Esta escala se aplica em áreas onde os gradientes de concentração de SO₂ são relativamente baixos (principalmente áreas suburbanas em torno do centro urbano) ou em áreas grandes de pequenas cidades e vilas. Em geral, estas áreas são bastante homogêneas em termos de taxas de emissão de SO₂ e de densidade populacional. Por conseguinte, as medições em escala suburbana podem ser associadas com concentrações básicas em áreas de crescimento projetado e em estudos sobre a reação da população à exposição a SO₂. Níveis máximos de concentração associados com episódios de poluição do ar podem também ser uniformemente distribuídos em áreas de escala suburbana, e medições realizadas dentro de tais áreas representariam concentrações de escala suburbana e, até um certo ponto, de escala média.

Escala Urbana - Dados desta escala podem ser usados para a avaliação das tendências da qualidade do ar e dos efeitos de estratégias de controle na qualidade do ar de escala urbana.

Escala Regional - Estas medições são aplicáveis a grandes áreas homogêneas, particularmente aquelas esparsamente habitadas. Tais medições fornecem dados da qualidade do ar de fundo e do transporte interregional de poluentes.

Após a escala espacial ter sido selecionada, visando satisfazer os objetivos de monitoramento para cada local de estação, deve-se utilizar os procedimentos encontrados na Referência 2 para avaliar a adequação de cada estação de SO₂ existente, bem como para relocar uma estação existente ou locar quaisquer estações SLAMS novas. O material básico para estes procedimentos deve consistir em inventários de emissões, dados meteorológicos, rosas dos ventos e mapas com densidade populacional e características topográficas de determinadas áreas de interesse. Mapas com isopletas da qualidade do ar para SO₂, gerados por modelos de difusão⁵, são úteis para a determinação geral de uma área prospectiva dentro da qual a estação será eventualmente instalada.

2.4 Critérios de Projeto de SLAMS para Monóxido de Carbono (CO)

Medições em escalas micro, média e suburbana são classificações de estação necessárias para SLAMS visto que a maioria das pessoas é exposta a concentrações de CO nestas escalas. Os níveis máximos de monóxido de carbono ocorrem principalmente em áreas próximas a rodovias principais e a cruzamentos com alta densidade de tráfego e baixa ventilação. Visto que estes níveis máximos podem ser previstos por modelagem da qualidade do ar ambiente, torna-se desnecessária uma grande rede fixa de monitores de CO. Tendo como objetivo medir níveis máximos de poluição e determinar a eficácia das estratégias de controle, é realizado o monitoramento de longo prazo do CO, confinado a um número limitado de estações de microescala e escala suburbana em grandes áreas metropolitanas.

Microescala – Medições nesta escala representariam distribuições dentro de cânions de ruas, sobre calçadas e próximo a rodovias principais. As medições num determinado local num cânion de ruas são típicas de uma área de alta concentração que possa representar muito mais áreas de cânion de ruas ou outros locais semelhantes na cidade. Esta é uma escala de medição que fornece dados valiosos para a identificação e avaliação de medidas de controle “ponto quente” (“hot spot”, em inglês).

Escala Média – Esta categoria cobre dimensões de 100 metros a 0,5 quilômetro. Em certos casos, discutidos abaixo, a escala média pode aplicar-se a regiões com uma extensão de vários quilômetros. Em muitos casos de interesse, embora possam ser razoavelmente homogêneos para longas distâncias ao longo de uma rua, as fontes e uso do solo se apresentam bastante não-homogêneos transversalmente àquela rua. Este é o caso de avenidas comerciais e corredores expressos. Incluem-se nesta categoria as medições para caracterizar as concentrações de CO ao longo das características urbanas enumeradas acima. Quando um local é selecionado para representar condições numa quadra de uma avenida comercial, então as dimensões características desta escala são de dezenas de metros por centenas de metros. Caso se tente caracterizar condições de lados de rua (“street side”, em inglês) através de uma área do centro ou ao longo de um grande trecho de uma via expressa, as dimensões podem chegar a dezenas de metros por quilômetro.

A escala média compreende também parques de estacionamento e ruas de acesso, associados com fontes indiretas que atraem números significativos de emissores de poluentes, principalmente automóveis. Shopping centers, estádios esportivos e prédios comerciais são exemplos de fontes indiretas.

Escala Suburbana – Medições nesta categoria representariam condições em algumas sub-regiões razoavelmente homogêneas, com dimensões de poucos quilômetros e geralmente com formas mais regulares que as da escala média. Homogeneidade se refere à concentração de CO, mas pode também aplicar-se ao uso do solo. Em alguns casos, um local cuidadosamente selecionado para prover dados de escala suburbana pode representar não apenas o subúrbio em volta, mas também subúrbios do mesmo tipo em outras partes da cidade. Estes tipos de estação fornecem dados relacionados com impactos à saúde visto que representam condições em áreas onde as pessoas vivem e trabalham. Dados de escala suburbana fornecem dados valiosos para o desenvolvimento, teste, e avaliação de conceitos e modelos que descrevem formas de concentrações de escalas maiores, principalmente modelos calcados em distribuições de emissão

suavisadas espacialmente. Estes tipos de medição podem também ser usados para comparações inter-suburbanas dentro de ou entre cidades.

Após ter sido determinada a escala espacial para satisfazer os objetivos de monitoramento para cada local, deve-se utilizar os procedimentos de seleção de locais apresentados na referência 3 para se avaliar a adequação de cada estação de CO existente, bem como para se relocar uma estação existente ou localizar quaisquer novas estações SLAMS. O material básico necessário para estes procedimentos compreende tráfego diário médio em todas as ruas na área, rosas dos ventos para diferentes horas do dia e mapas mostrando ruas de uma mão, larguras de ruas e alturas de prédios. Caso a estação seja para representar a área com as mais altas concentrações, as ruas com o maior tráfego diário devem ser identificadas. Caso algumas ruas sejam de uma mão, as ruas com o maior tráfego durante as horas da tarde e início da noite devem ser selecionadas como locais tentativos, visto que os períodos de alto volume de tráfego são geralmente mais duradouros durante as horas do início da noite. Entretanto, na busca de áreas com as mais altas concentrações, tem-se que considerar a força da inversão matinal juntamente com o volume e forma de tráfego. Contadores de tráfego próximos às estações fornecerão dados valiosos para a interpretação das concentrações de CO observadas.

Os monitores devem ser posicionados nas vizinhanças de possíveis áreas de fontes anômalas. Exemplos de tais áreas: praças de pedágios, rampas de vias expressas com sensores de tráfego e acessos a pontes levadiças. Mais informações sobre projetos de redes podem ser vistas na Referência 3.

2.5 Critérios de Projeto de SLAMS para Ozônio (O₃)

O ozônio não é emitido diretamente na atmosfera, mas resulta de reações fotoquímicas complexas envolvendo compostos orgânicos, óxidos de nitrogênio e radiação solar.

As relações entre emissões primárias (precursores) e poluentes secundários (O₃) tendem a produzir grandes separações espaciais e temporais entre as fontes principais e as áreas de alta poluição oxidante. Deduz-se daí que o processo de transporte meteorológico e as relações entre fontes e sumidouros precisam ser considerados no desenvolvimento dos critérios de projetos de redes e a colocação das estações de monitoramento, principalmente na medição dos níveis de concentração de pico.

As principais escalas espaciais para fins de SLAMS baseados nos objetivos de monitoramento são a suburbana, a urbana e a regional, e, até um certo ponto, a escala média. Visto que o ozônio requer um apreciável tempo de formação, a mistura dos reagentes e produtos ocorre em grandes volumes de ar, o que reduz a importância do monitoramento da variabilidade espacial em pequena escala.

Escala Média – Medições nesta escala representariam condições próximas a fontes de NO_x, tais como rodovias, onde se espera que ocorra supressão de concentrações de O₃. As árvores também têm um forte efeito de “remoção” sobre o O₃ e tendem a suprimir as concentrações de O₃ nas proximidades. Medições nestas estações representariam condições sobre partes relativamente pequenas da área urbana.

Escala Suburbana – Medições nesta categoria representariam condições através de uma sub-região razoavelmente homogênea, com dimensões de poucos quilômetros. Homogeneidade se refere a concentrações de poluição. Os dados de escala suburbana serão valiosos para o desenvolvimento, teste e avaliação de conceitos e modelos descritivos das formas de concentrações urbanas/regionais. Eles serão úteis para o entendimento e definição de processos que levam períodos de horas para ocorrer, envolvendo assim considerável mistura e transporte. Em condições de estagnação, uma estação localizada na escala suburbana pode também sofrer níveis de concentração de pico dentro das áreas urbanas.

Escala Urbana – Medições nesta escala serão usadas para se estimar concentrações em grandes partes de uma área urbana com dimensões de até 50 ou mais quilômetros. Tais medições serão usadas para se determinar tendências e projetar estratégias de controle amplo de área (“área-wide control”, em inglês). As estações de escala urbana seriam também usadas para se

medir altas concentrações na direção dos ventos a jusante da área com as mais altas emissões de precursores.

Escala Regional – Esta escala de medição será usada para caracterizar concentrações sobre grandes partes de uma área urbana e mesmo maiores áreas com dimensões de até centenas de quilômetros. Tais medições serão úteis para a avaliação do ozônio transportado para dentro de uma área urbana. Dados destas estações podem ser úteis na contabilidade do ozônio que não pode ser reduzido por estratégias de controle naquela área urbana.

O procedimento de seleção de local continua após a escala espacial ser selecionada baseado nos objetivos de monitoramento. Os procedimentos de projetos de redes apropriados, apresentados na Referência 4, devem ser usados para se avaliar a adequação de cada monitor de O₃ existente e deve ser usado para relocar uma estação existente ou local qualquer nova estação SLAMS de O₃. O primeiro passo no procedimento de localização seria coletar o necessário material básico, que pode compreender mapas, inventários de emissão para hidrocarbonetos não-metano e dióxido de nitrogênio (NO₂), dados climatológicos e dados da qualidade do ar para ozônio, hidrocarbonetos não-metano e NO₂/NO.

Para se localizar uma estação de escala suburbana, para medir concentrações típicas de uma cidade, deve-se selecionar uma área geográfica razoavelmente homogênea próxima do centro da região, que não sofra a influência de grandes fontes de NO_x. Para que uma estação de escala urbana meça áreas de altas concentrações, deve-se, utilizando inventários de emissões, definir a extensão das áreas de fontes significativas de hidrocarbonetos não-metano e NO_x. As velocidade e direção de vento mais frequentes nos períodos de grande atividade fotoquímica devem ser determinadas. É então selecionada a área de monitoramento prospectiva a jusante da cidade, na direção de vento a mais preponderante durante os períodos de atividade fotoquímica. A distância entre a estação e os contornos da cidade, no sentido contrário à direção dos ventos, deve ser aproximadamente igual à distância percorrida pelo ar movendo-se 5 a 7 horas a velocidades preponderantes do vento durante períodos de atividade fotoquímica. Áreas prospectivas para a localização de monitores de O₃ devem sempre estar fora da área de fontes significativas de NO_x.

Na localização de uma estação de escala suburbana, para medir altas concentrações, são aplicados os mesmos procedimentos usados para a escala urbana, exceto que a estação deve ser localizada mais próxima de áreas em volta do centro da cidade ou levemente afastada, a jusante com relação à direção dos ventos, numa área de alta densidade populacional.

Para estações de monitoramento de fundo, de escala regional, devem ser determinados os ventos mais frequentes associados com atividade fotoquímica significativa. A área de monitoramento prospectiva deve estar a montante com relação à direção dos ventos, para a direção mais frequente e fora da área de influência da cidade.

Visto que os níveis de ozônio decrescem significativamente nas partes mais frias do ano em muitas áreas, deve-se monitorar em estações SLAMS apenas durante a “estação do ozônio” conforme descrito abaixo.

Estado	Mês início	Mês término
Alabama	Março	Novembro
Arizona	Janeiro	Dezembro
Califórnia	Janeiro	Dezembro
Connecticut	Abril	Outubro
Dist. Columbia	Abril	Outubro
Georgia	Março	Novembro
Idaho	Abril	Outubro
Indiana	Abril	Setembro
Kansas	Abril	Outubro
Louisiana	Janeiro	Dezembro
Maryland	Abril	Outubro
Michigan	Abril	Setembro
Mississippi	Março	Novembro
Montana	Junho	Setembro

Estado	Mês início	Mês término
Alaska	Abril	Outubro
Arkansas	Março	Novembro
Colorado	Março	Setembro
Delaware	Abril	Outubro
Flórida	Janeiro	Dezembro
Havaí	Janeiro	Dezembro
Illinois	Abril	Outubro
Iowa	Abril	Outubro
Kentucky	Abril	Outubro
Maine	Abril	Outubro
Massachussets	Abril	Outubro
Minnessota	Abril	Outubro
Missouri	Abril	Outubro
Nevada	Janeiro	Dezembro

Estado	Mês início	Mês término
New Hampshire	Abril	Outubro
New Mexico	Janeiro	Dezembro
North Carolina	Abril	Outubro
Ohio	Abril	Outubro
Oregon	Abril	Outubro
Puerto Rico	Janeiro	Dezembro
South Carolina	Abril	Outubro
Tennessee	Abril	Outubro
Texas	Março	Outubro
Virginia	Abril	Outubro
West Virginia	Abril	Outubro
Wyoming	Abril	Outubro
Guam	Janeiro	Dezembro

Estado	Mês início	Mês término
New Jersey	Abril	Outubro
New York	Abril	Outubro
North Dakota	Maio	Setembro
Oklahoma	Março	Novembro
Pennsylvania	Abril	Outubro
Rhode Island	Abril	Outubro
South Dakota	Junho	Setembro
Texas	Janeiro	Dezembro
Vermont	Abril	Outubro
Washington	Abril	Outubro
Wisconsin	Abril 15	Out. 15
Am. Samoa	Janeiro	Dezembro
Virgin Islands	Janeiro	Dezembro

Mais informações sobre procedimentos para a locação de estações de ozônio podem ser vistas na Referência 4.

2.6 Critérios de Projeto de SLAMS para Dióxido de Nitrogênio (NO₂)

As escalas de representatividade espacial, baseadas em objetivos de monitoramento, comumente associadas com medições de dióxido de nitrogênio, são as escalas média, suburbana e urbana. Visto que o dióxido de nitrogênio é predominantemente formado na atmosfera a partir da oxidação de NO, o monitoramento em pequena variação da escala espacial, principalmente para períodos médios longos, tem sua importância reduzida por grandes volumes de ar e longos tempos de mistura. Entretanto, pode haver situações onde as medições de NO₂ seriam realizadas na escala média para ambas as médias de longo e de curto prazo.

Escala Média - Medições nesta escala cobririam dimensões que vão de aproximadamente 100 metros a 0,5 quilômetro. Estas medições caracterizariam a exposição pública a NO₂ em áreas habitadas. Também monitores instalados mais próximo a estradas do que a distância mínima especificada na Tabela 3 do Apêndice E desta Parte (Parte 50 do 40 CFR) seriam representados por medições desta escala.

Escalas Suburbana e Urbana - As mesmas considerações já discutidas na Seção 2.5 para o O₃ se aplicam ao NO₂.

Após a escala espacial ser selecionada com base em objetivos de monitoramento, deve-se utilizar os procedimentos de localização apresentados na Referência 4 para avaliar a adequação de casa estação de NO₂ existente e também para relocar uma estação existente ou locar qualquer estação SLAMS nova para NO₂. Os procedimentos de localização começam com a coleta de dados básicos. Estes dados podem ser as características da área e de suas fontes sob estudo, dados climatológicos para determinar onde as concentrações máximas mais provavelmente ocorrem e quaisquer dados de monitoramento de NO₂ existentes.

Para escala suburbana ou urbana, a ênfase na seleção de locais será a de encontrar as áreas onde se espera que as médias de longo prazo sejam as mais altas. Não obstante, deve-se esperar que as concentrações de NO₂ máximas ocorram em aproximadamente os mesmos locais em que ocorrem as concentrações máximas de óxidos de nitrogênio totais. O melhor caminho seria locar a estação um pouco a jusante na direção dos ventos, além do ponto esperado para o máximo dos óxidos de nitrogênio totais, a fim de se permitir mais tempo para a formação de NO₂. A diluição das emissões na direção dos ventos a partir da fonte deve ser considerada, juntamente com a necessidade de tempo de reação para formação de NO₂, na localização de estações para medir concentrações de pico. Caso a dispersão seja favorável, as concentrações máximas poderão ocorrer mais próximas das fontes de emissões do que nos locais previstos para a oxidação do NO para NO₂. Isto ocorrerá na direção dos ventos a jusante das fontes com base na direção dos ventos de inverno ou em áreas onde ocorrem altas concentrações de ozônio e alta densidade de emissões de NO₂ tal como na periferia de um centro comercial urbano ou mais abaixo na direção dos ventos. A distância e a direção dos ventos seriam baseadas nos padrões sazonais de ventos para o ozônio.

Uma vez conhecidas as áreas das principais emissões e o regime dos ventos, pode-se determinar as áreas de níveis potenciais máximos de NO₂. As concentrações de dióxido de nitrogênio provavelmente declinam bem rapidamente fora de áreas urbanas. Entretanto, o melhor local para se medir concentrações de NO₂ será na área suburbana próximo à periferia da cidade.

2.8 Critérios de Projeto de SLAMS para MP₁₀

Como se procede com outros poluentes medidos numa rede SLAMS, o primeiro passo no projeto de uma rede de AGV MP₁₀ é coletar as necessárias informações de fundo. As principais categorias de fontes de material particulado e sua contribuição a níveis ambientais, em vários locais pelo país (EUA), estão documentadas em vários estudos^{11,12,13,14,15,16}. Visto que as fontes de MP₁₀ são similares às fontes de PTS (partículas totais em suspensão), são também similares os procedimentos para a coleta das informações de fundo para o MP₁₀. Fontes de informações de fundo seriam regionais e compreenderiam mapas de tráfego e fotografias aéreas mostrando topografia, povoados, indústrias de porte e rodovias. Estes mapas e fotografias seriam usados para identificar tipos de área relevantes ao objetivo de monitoramento considerado. Após identificar-se áreas de monitoramento de MP₁₀ potencialmente adequadas no mapa, pode-se recorrer à modelagem para obter-se uma estimativa das concentrações de MP₁₀ por toda a área de interesse. Após a conclusão do primeiro passo, estações SLAMS de PTS ou outras estações para material particulado, já existentes, devem ser avaliadas a fim de se determinar seus potenciais como candidatos para designação SLAMS. Estações que satisfaçam um ou mais dos quatro objetivos básicos de monitoramento descritos na Seção 1 deste Apêndice devem ser classificados em uma das cinco escalas de representatividade (micro, média, suburbana, urbana e regional), caso a idéia seja categorizar as estações em SLAMS. Na localização e classificação das estações MP₁₀, deve-se utilizar os procedimentos da Referência 17.

Amostradores PTS existentes podem continuar sendo usados como substitutos de amostradores MP₁₀ em SLAMS, sob as provisões da Seção 2.2 do Apêndice C, contanto que satisfaçam os requisitos de garantia da qualidade do apêndice A, que satisfaçam os requisitos de localização de AGV MP₁₀ do apêndice E, que estejam instalados em áreas de concentrações máximas suspeitadas, como descrito na seção 3 do apêndice D, e que os níveis de PTS estejam abaixo dos padrões para MP₁₀ ambiente.

As escalas espaciais mais importantes para efetivamente caracterizar as emissões de MP₁₀ oriundas de fontes móveis e estacionárias são as microescala, escala média e escala suburbana. Para fins de instalação de estações de monitoramento que representem grandes áreas homogêneas, além das escalas de representatividade acima, seriam também necessárias estações de escalas urbana e regional.

Microescala - Esta escala é típica de áreas como cânions de ruas de centros urbanos e corredores de tráfego, onde o público geral estaria exposto a concentrações máximas de fontes móveis. Por causa de gradientes de MP₁₀ ambiente bastante acentuados, resultantes de fontes móveis, as dimensões da microescala para MP₁₀ normalmente não se estenderiam além de 15 metros da rodovia, mas poderiam se estender ao longo da rodovia, que poderia ser de vários quilômetros. Locais microescala para MP₁₀ poderiam ser estabelecidos próximo a prédios habitados ou a locais onde o público geral pode estar exposto às concentrações medidas. Emissões de fontes estacionárias, tais como fundições primárias e secundárias, usinas de energia elétrica e outros grandes processos industriais, podem, sob certas condições de pluma, igualmente resultar em grandes concentrações ao nível do solo na microescala. No último caso, a microescala representaria uma área impactada por uma pluma de até 100 metros de extensão. Utiliza-se dados coletados em estações microescala para a avaliação e desenvolvimento de medidas de controle "hotspot".

Escala Média - A maioria das medições de curto prazo de exposições públicas a MP₁₀ encontra-se nesta escala. Pessoas se movimentando em áreas de centros urbanos ou vivendo perto de rodovias principais encontram partículas que seriam adequadamente caracterizadas por medições desta escala espacial. Assim, medições deste tipo seriam apropriadas para a avaliação dos possíveis efeitos de curto prazo da poluição de material particulado na saúde pública. Esta escala também inclui as concentrações características para outras áreas com dimensões de algumas centenas de metros, tais como áreas de estacionamento e vias de acesso de shopping centers, estádios e prédios de escritórios. No caso de MP₁₀, áreas de estacionamento sem pavimento

mentação e pouco varridas, associadas com estas fontes, podem ser fontes importantes além das próprias emissões veiculares.

Escala Suburbana - Medições nesta categoria representariam condições dentro de uma sub-região urbana razoavelmente homogênea com dimensões de uns poucos quilômetros e de forma geralmente mais regular que a escala média. Homogeneidade se refere às concentrações de MP_{10} , bem como ao uso do solo e às características da superfície do solo. Em alguns casos, o local cuidadosamente escolhido para se obter dados de escala suburbana representaria não somente a área suburbana imediata mas também áreas suburbanas do mesmo tipo em outras partes da cidade. Estações deste tipo fornecem boas informações sobre as tendências e conformidade com padrões uma vez que representam condições em áreas onde as pessoas normalmente vivem e trabalham por períodos comparáveis àqueles especificados nos NAAQS (National Ambient Air Quality Standards). Esta categoria também inclui subúrbios industriais e comerciais, bem como residenciais.

Os dados de escala suburbana forneceriam informações valiosas para a elaboração, teste e revisão de modelos que descrevem padrões de concentração de escalas maiores, especialmente modelos que se alimentam de dados retirados de campos de emissões espacialmente suavizados. As medições de escala suburbana poderiam também ser usadas para comparações suburbanas dentro de ou entre cidades. Esta é a escala de medições que mais provavelmente satisfaz as necessidades dos planejadores.

Escala Urbana - Esta classe de medições seria montada para caracterizar as concentrações de MP_{10} dentro de uma área metropolitana inteira. Tais medições seriam úteis para se avaliar tendências na qualidade geral do ar na cidade, e daí se avaliar a eficácia das estratégias de controle da poluição do ar em grande escala.

Escala Regional - Estas medições caracterizariam condições em áreas com dimensões de até centenas de quilômetros. Como visto antes, usar condições representativas para uma área implica algum grau de homogeneidade naquela área. Por esta razão, as medições de escala regional seriam mais aplicáveis em áreas esparsamente habitadas e com cobertura de terreno razoavelmente uniforme. Dados característicos desta escala forneceriam informações a respeito de processos maiores de emissões, perdas e transporte de MP_{10} .

5 RESUMO

Abaixo, relação das escalas espaciais aplicáveis a estações SLAMS para SO_2 , CO, O_3 , NO_2 e MP_{10} .

Escala Espacial	SO_2	CO	O_3	NO_2	MP_{10}
Micro		X		X	X
Média	X	X	X	X	X
Suburbana	X	X	X		X
Urbana	X		X		X
Regional	X		X		X

6 REFERÊNCIAS

1. Ludwig, F. L., J. H. S. Kealoha, and E. Shelar. Selecting Sites for Monitoring Total Suspended Particles. Stanford Research Institute, Menlo Park, SC. Prepared for U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. EPA Publication No. EPA-450/77-018. June 1977, revised December 1977.
2. Ball, R.J. and G.E. Andersen. Optimum Site Exposure Criteria for SO_2 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. EPA-450-77-013. April 1977.
3. 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.

4. Ludwig, F.L. and E. Shelar. Site Selecting for 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.
5. Guideline on Air Quality Models. OAQPS, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. OAQPS No. 1.2-080. April 1978.
6. Control Techniques for Lead Air Emissions, OAQPS, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. EPA-450/2-77-012. DECEMBRE 1977.
7. Air Quality Criteria for Lead. Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. EPA-600/8-77-017. December 1977.
8. Johnson, D.E., et al. Epidemiologic 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.
9. Optimum Site Exposure Criteria for Lead Monitoring. PEDCo Environmental, Inc., Cincinnati, OH. Prepared for U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. EPA Contract No. 68-02-3013. (May 1981.)
10. Guidance for Lead Monitoring in the Vicinity of Point Sources. Office of Air Quality Planning and Standards, and Environmental Monitoring Systems Laboratory, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. EPA-450/4-81-006. January 1981.
11. Cooper, J.A. et. al. Summary of the Portland Aerosol Characterization Study. (Presented at the 1979 Annual Air Pollution Association Meeting, Cincinnati, OH. APCA #79-24-4).
12. Bradway, R.M. and F.A. Record. National Assessment of the Urban Particulate Problem, Volume 1. Prepared for U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. EPA-450/3-76-024. July 1976.
13. U.S. Environmental Protection Agency, Air Quality Criteria for Particulate Matter and Sulfur Oxides, Volume 2. Environmental Criteria and Assessment Office, Research Triangle Park, NC. December 1981.
14. Watson, J.G., et al. Analysis of Inhalable and Fine Particulate Matter Measurements. Prepared for U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. EPA-450/4-81-035. December 1981.
15. Record, F.A. and L.A. Baci. Evaluation on Contribution of Wind Blow Dust from the Desert Levels of Particulate Matter in Desert Communities. GCA Technology Division, Bedford, MA. Prepared for U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. EPA-450/2-80-078. August 1980.
16. Goldstein, E.A. and Paly M. The Diesel Problem in New York City. Project on the Urban Environment. Natural Resources Defense Council, Inc., New York, NY. April 1985.
17. Koch, R.C. and H.E. Rector. Optimum Network Design and Site Exposure Criteria for Particulate Matter. GEOMET Technologies, Inc., Rokville, 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.
18. Pace, T., et al. Procedures for Estimating Probability of Nonattainment of a PM10 Data. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. EPA-450/4-86-017. December 1986.