10.º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

MANAUS/21 A 26 DE JANEIRO DE 1979

PROMOVIDO PELA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL — ABES SEÇÃO DO AMAZONAS, SOB OS AUSPÍCIOS DA ABES-NACIONAL

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

CETESB

10 SISTEMA DE COLETA, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS DE QUALIDADE DO AR NO ESTADO DE SÃO PAULO

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO — SECRETARIA DE OBRAS E DO MEIO AMBIENTE

Class. 88803
Tombo 9683

8300
C16s
009683

SISTEMA DE COLETA, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS DE QUALIDADE DO AR NO ESTADO DE SÃO PAULO

- Carmem Lúcia Cancegliero
- Cláudio Darwin Alonso
- Ernesto Ronchini Lima

- Chefe da Divisão de Análise e Interpretação de Dados
- Chefe da Divisão de Avaliação
- Gerente da Gerência de Estudos Especiais – Ar

SUMÁRIO

São descritos conjuntos de formatos padrões para o registro de dados validados de concentração de poluentes atmosféricos e parâmetros meteorológicos em vários tempos de amostragem. Dados de identificação tais como local, método de amostragem e análise são abordados.

O sistema baseia-se inicialmente numa descrição dos locais onde o dado bruto é gerado seguindo-se fases singulares do processamento de dados culminando com a interpretação dos mesmos.

A metodologia de análise dos dados apresentada é um resumo da bibliografia específica existente e das diretrizes atuais e projetadas pela Divisão de Análise e Interpretação de Dados da Superintendência de Tecnologia do Ar.

Programas especiais de análise já desenvolvidos são sumarizados bem como a possibilidade de otimização é abordada.

INTRODUÇÃO

A Região da Grande São Paulo possui uma Rede de Amostragem de Poluentes Atmosféricos operada pela CETESB desde 1973. Desde então o número de locais amostrados e poluentes analisados cresceu rapidamente. Como consequência direta, o volume de dados resultantes aumentou tendo-se hoje disponível aproximadamente 116.000 valores de poluentes atmosféricos gerados pela CETESB (Tabela 1).

O uso de computação no manuseio destes dados data de novembro de 1977. Com isto criou-se um sistema denominado Sistema de Armazenamento e Processamento de Dados de Qualidade do Ar e Meteorológicos da CETESB que consiste de um conjunto de formatos padrões para registro de dados validados para os diferentes poluentes atmosféricos, parâmetros meteorológicos e ainda um conjunto de códigos de identificação para locais, métodos e intervalos de amostragem e análise.

Esta padronização foi feita para facilitar a troca de informação técnica necessária à redução, controle e pesquisa da poluição atmosférica.

TABELA 1 - DADOS DE QUALIDADE DO AR ARMAZENADOS SEGUNDO FORMATO PADRÃO ADOTADO PELA CETESB

ANÁLISES		ATÉ 1976	1977/1978		TOTAL
TIPO	MÉTODO		INTERIOR	SP	
Taxa de Sulfatação	Vela Pb O_2	6828	-	1400	8228
Poeira Sedimentável	Sedimentação	6639	-	1400	8039
Res. Fixo Sed.	Sedimentação	6639	-	1400	8039
Corrosividade	Moeda de Aço	3867	12	195	4074
Monóxido Carbono	N D I R	10931	-	17240	28171
Material Particulado	Reflectância OPS/OMS	15702	4570	8820	29092
Anidrido Sulfuroso	H_2O_2 OPS/OMS	15669	4300	8820	28789
Taxa de Sulfatação	Vela Pb O_2	-	365	-	365
Poeira Sedimentável	Sedimentação	-	365	-	365
Placa Alcalina	Turbidimétrico	-	394	-	394
Anidrido Sulfuroso	P.R.A	-	270	-	270
TOTAL		66275	10276	39275	115826

PROCESSAMENTO DE DADOS

Um sistema para processamento de dados de Qualidade do Ar envolve cinco fases quais sejam:

- Geração dos Dados
- Registro dos Dados
- Validação dos Dados
- Armazenamento dos Dados
- Análise e a Interpretação dos Dados

GERAÇÃO DOS DADOS

A geração de dados (observações não processadas nem validadas representando certos níveis de poluentes), é o primeiro passo no processo de obtenção dos dados de qualidade do ar e dos dados meteorológicos relacionados. É importante ressaltar, que os dados de uma maneira geral, não podem ser devidamente interpretados a menos que as condições sob as quais eles foram obtidos sejam conhecidas.

Os pesquisadores devem tomar grande cuidado no sentido de obter descrições completas e exaustivas dos locais (e de suas vizinhanças) onde os dados são colhidos e providenciar completas e exatas informações da localização do ponto de amostragem, justamente com os

procedimentos analíticos e de coleta utilizados.

As Figuras 1 e 2 indicam a localização das estações de amostragem e a Tabela 2 caracteriza as áreas representadas pelas estações de amostragem, avaliação diária, da Região Grande São Paulo.

Pode-se sumarizar os pontos mais críticos do sistema de geração de dados em:

- falta de uniformidade de critério na localização de estações;
- falta de uniformidade na altura de captação;
- metodologia de amostragem não uniforme;
- ausência de práticas de garantia de qualidade.

O assunto referente aos três primeiros tópicos foi convenientemente tratado, por GUIMARÃES F. e colaboradores em trabalho apresentado no VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, tornando-se desnecessária a sua re-colocação, pelo que abordaremos apenas o último.

O fato de a Administração dos Recursos de Ar, em especial as estratégias fixadas para controle, terem como indicador probabilístico de sucesso a situação atual da qualidade do ar e ainda devido que a implementação de tais estratégias são, via de regra, de considerável envergadura financeira, motivou em alguns países ao estabelecimento de Práticas de Garantia de Qualidade do dado gerado, das quais apresentamos alguns tópicos.

- ATIVIDADES PARA ASSEGURAR A PERMANÊNCIA NAS CONDIÇÕES DE CONTROLE PRÉ-ESTABELECIDAS

Estas atividades visariam o acompanhamento dos equipamentos operando em métodos automáticos e manuais de amostragem e são embasados com cautelas adicionais aos programas comuns de calibração de equipamentos levados a cabo em carater rotineiro pelas agências de controle. Para melhor ilustrar, exemplificaremos como se segue: a calibração de "SPAN" é feita periodicamente nos equipamentos automáticos para verificar se suas condições operacionais estão dentro dos limites pré-estabelecidos de variação ao estímulo, como por exemplo, 0,025 ppm para os monitores de SO_2, NO_2 e O_3. As atividades adicionais de segurança neste caso prescreveriam: cada instrumento deve sofrer uma calibração por múltiplos pontos, por ocasião de sua instalação e toda vez que:

- o limite de variação da calibração "SPAN" foi excedido.
- após qualquer reparo no monitor.
- após qualquer substituição de componentes principais.

Sempre perfazendo a calibração através do ponto zero e mais 5 pontos igualmente espaçados sobre a(s) faixa(s) de concentração de equipamento. Os gases utilizados de preferência certificados por entidades idôneas de contrôle de qualidade.
Os resultados obtidos devem ser lançados em uma carta de controle de qualidade para verificar se os limites de variação estabelecidos poderiam no futuro se tornar mais restritivos.

ESTABELECIMENTO E APERFEIÇOAMENTO DA PRECISÃO E EXATIDÃO DOS INSTRUMENTOS DE AMOSTRAGEM E DA PRÓPRIA AGÊNCIA

Trata-se da utilização de estatísticas para em programas periódicos, determinar os intervalos de confiança à 95% em termos de precisão e exatidão de cada instrumento (automático ou manual) em operação nas redes de amostragem da agência de controle, a qual através da manipulação dos resultados médios de todos os instrumentos tem a sua precisão e exatidão verificada.

Para melhor apreciar os conceitos de precisão e exatidão neste texto, usaremos como exemplo, um resumo de proposição preliminar da U.S.E.P.A. conforme descrito no "Federal Register" de 07/08/1978, no que concerne aos equipamentos automáticos:

Precisão - a cada trimestre, para cada equipamento automático, deve ser realizado um relatório. Recomenda-se que a calibração de SPAN seja no mínimo executada uma vez por semana. Com os valores semanais SPAN de cada equipamento que estejam dentro do limite de aceitação imposto (vide ítem anterior) e com o valor referência do gás de SPAN podemos, para as n observações determinar a média e o devido padrão da diferença percentual. Os limites do intervalo de confiança à 95% serão iguais à:

$$\bar{d} \pm 1{,}96\ S_d.$$

Operando analogamente com todos os equipamentos e procedendo a um cálculo ponderado das diferenças percentuais médias de cada um e seus devidos padrões obtemos os intervalos de confiança da agência controlada.

Exatidão - a exatidão é verificada também em base trimestral para cada equipamento e se refere aos cálculos elaborados tendo como parâmetros de entrada as concentrações referentes à calibração em pontos múltiplos.

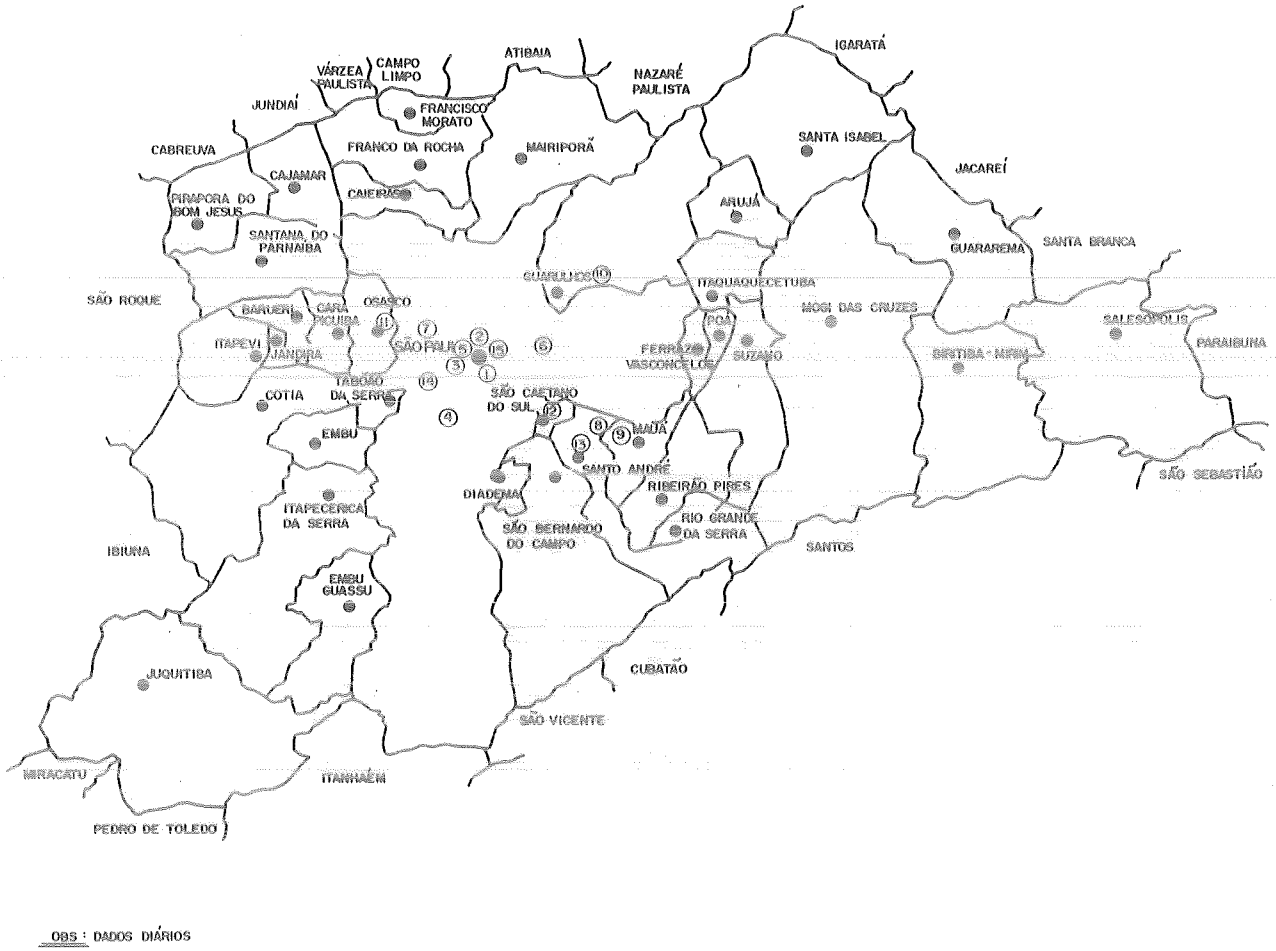
Neste caso é aconselhado que a tarefa de chequeamento da exatidão seja realizada por auditor externo à atividade. A exatidão atribuida à agência é da mesma forma que na precisão, calculada através dos resultados médios obtidos.

AUDITORIAS DE "PERFORMANCE"

Consistem no chequeamento de rotina da exatidão dos procedimentos analíticos pelo envio de amostras preparadas por laboratórios de referência. As análises são realizadas em carater cego e os resultados finais controlados. A periodicidade e o calendário dos diferentes chequeamentos seria estabelecido com o laboratório de referência que então forneceria um programa anual, contendo a verificação de um ou mais métodos, em base mensal a fim de cobrir, no transcorrer do mesmo ano, todos os tipos de análises executadas pelo órgão controlador.

Os dispositivos de Garantia de Qualidade mensionados no presente trabalho estão sendo atualmente propostos pela U.S.E.P.A. para controle das agências estaduais que forneçam dados ao Governo. Entretanto acreditamos que a adoção desses critérios por autodeterminação dos orgãos de controle nacionais só poderão elevar a condição profissional e

maturidade técnica dos elementos envolvidos bem como o conceito do próprio organismo que os adote pois só assim poderá alcançar o contexto internacional de qualidade exigido aos órgãos mais prestigiados na área do controle da poluição do ar.



CENTRAL DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR - PINHEIROS - SP							
1	ACLIMAÇÃO	5	PÇ DA REPÚBLIÇA	9	CAP. INDUSTRIAL	13	SANTO ANDRÉ
2	CAMPOS ELÍSEOS	6	TATUAPÉ	10	GUARULHOS	14	PINHEIROS
3	CERQUEIRA CESAR	7	VILA ANASTÁCIO	11	OSASCO	15	PÇ DO CORREIO
4	MOEMA	8	CAP. RESIDENCIAL	12	S.C. DO SUL		

FIGURA 1 - Localização das estações medidoras da qualidade do ar na Grande São Paulo

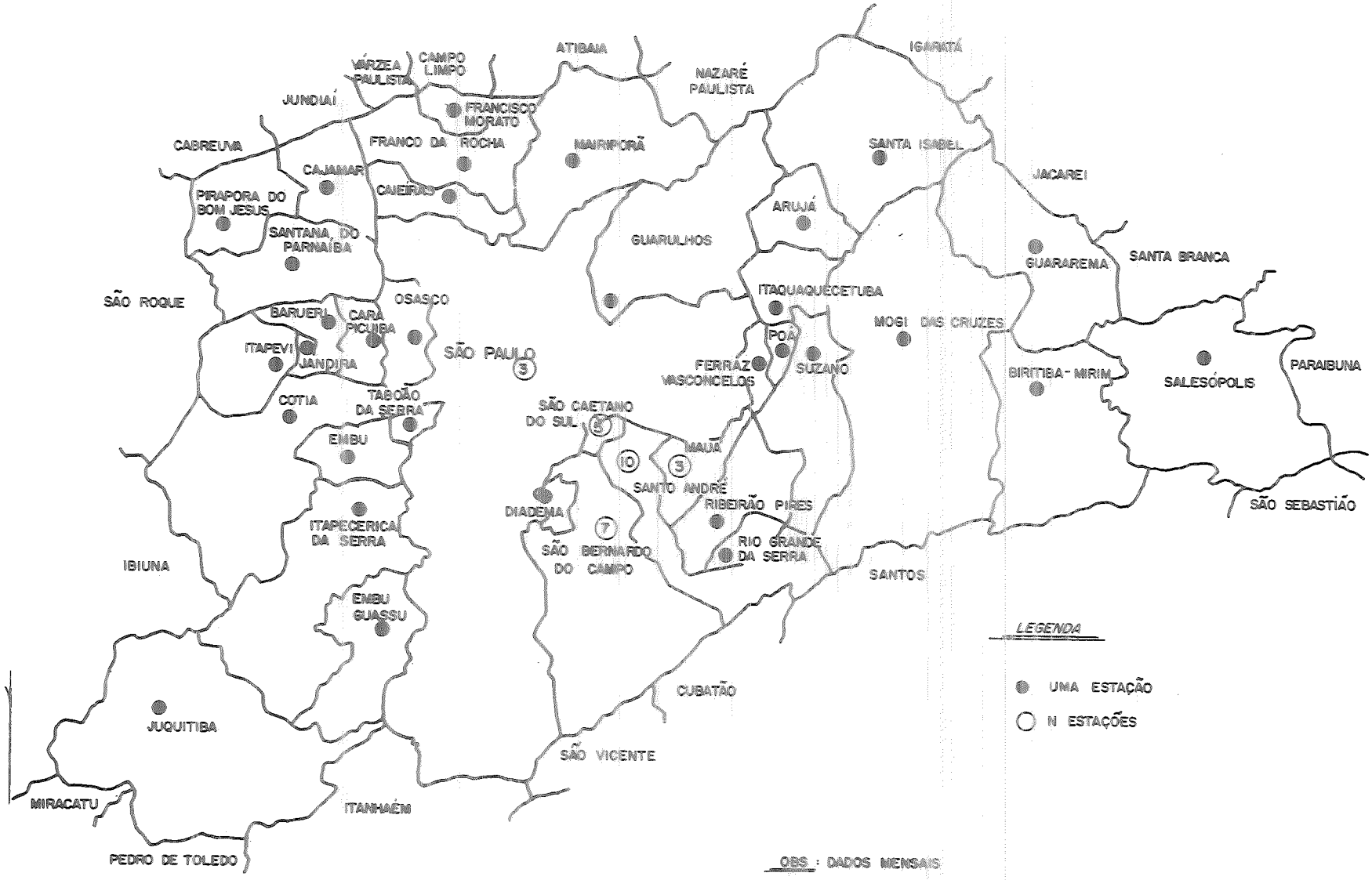


FIGURA 2 - Localização das estações medidoras da qualidade do ar na Grande São Paulo

TABELA 2 - CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS REPRESENTADAS PELAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM DA REGIÃO GRANDE SÃO PAULO

ESTAÇÃO	DISTÂNCIA APROXIMADA DO CENTRO DA CIDADE DE S.P. (km)	CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS				DENSIDADE DEMOGRÁFICA hab/ha (IBGE,74)	CARACTERÍSTICAS DAS ZONAS DE USO DO SOLO **
		ALTITUDE (m)	LATITUDE (Sul)	LONGITUDE (Oeste)	ELEVAÇÃO DO CAPTOR (m)		
Aclimação	1	760	23°34'	46°37'	1,5	165	Z_3
C. Elíseos	1	740	23°32'	46°38,5'	3,0	230	Z_3
C. César	3	800	23°33,5'	46°40'	1,5	256	Z_3
Moema	7	745	23°36,5'	46°40'	1,5	174	Z_3
P. República	1	740	23°33'	46°38,5'	1,5	500	Z_5
Tatuapé	7	748	23°32'	46°34'	1,5	174	Z_3
V. Anastácio	9	725	23°31,5'	46°42,5'	1,5	171	Z_3
Capuava R.	15	800	23°38'	46°29,5'	1,5	40	Z_2
Capuava I.	17	740	23°39'	46°29,5'	1,5	30	Z_6
Guarulhos	15	725	23°28,5'	46°32'	1,5	10	Z_6
Osasco	15	725	23°31,5'	46°46,5'	1,5	56	Z_6
S. C. Sul	10	735	23°36,5'	46°34'	1,5	132	Z_6
S. André*	15	755	23°38'	46°32'	1,5	50*	Z_6
Pinheiros	5	720	23°33,5'	46°42'	1,5	136	Z_3
P. do Correio	1	740	23°33'	46°38,5'	2,5	500	Z_5

* Estimativa, não considerando área e população de Paranapiacaba.

**Leis de Zoneamento dos Municípios da Grande São Paulo. Segundo Decreto nº 11106 de 28/06/74.

Z_2 - Zona de uso predominantemente residencial, com baixa densidade demográfica.
Z_3 - Zona de uso predominantemente residencial, com densidade demográfica média.
Z_5 - Zona de uso misto (residencial-comercial), com alta densidade demográfica.
Z_6 - Zona de uso predominantemente industrial.

Obs.: As Regiões dos demais Municípios, para efeito desta tabela, foram assimiladas acima.

CETESB

MÉTODO DE ANÁLISE DOS POLUENTES

MP: Reflectância
SO_2: Acidimétrico (H_2O_2)
CO: N D I R

Todas as Estações, exceto Pça. do Correio, medem SO_2 e MP. A Estação Pça. do Correio mede CO.

REGISTRO DOS DADOS

A disponibilidade de dados em um formato claro e bem definido é a base primária de um sistema de processamento. Os dados necessitam ser registrados de uma forma tal que todo possam acessivelmente entendê-los e manuseá-los. No sistema em discussão, os dados está armazenados em cartões. Apesar de este não ser, em termos gerais, o método ideal, ele apresenta vantagens para manipulação manual, ou seja, correção de cartões e inclusão de novos dados, simplificando desta forma a fase de programação. Atualmente alguns arquivo já se encontram transpostos para fitas magnéticas.

Em cada cartão são reservadas 16 colunas para fins de identificação, as 64 restantes destinam-se para os valores das observações. Os dados de identificações são os seguintes:

- tipo de dado (horário, diário, etc.)
- cidade
- estação
- dia
- mês
- ano
- número do cartão (número sequencial de cartões utilizados)
- número de casas decimais

Um cartão de controle colocado antes de cada grupo de dados, sobre um certo poluente, contém informações adicionais sobre eles do tipo:

- Estado
- cidade
- latitude
- longitude
- estação
- agência medidora (CETESB ou qualquer outro órgão estatal, federal, etc.)
- poluente
- método de medição
- unidade
- data começo
- data fim
- altura ao nível do mar
- altura ao nível do solo
- tipo de localização (industrial, residencial, etc.)

- tipo de dado (horário, mensal, etc.)

VALIDAÇÃO DOS DADOS

O primeiro é maior passo na direção da validação das informações colhidas é dado na aplicação de correção ao mal funcionamento de instrumentos ou a outros desvios da operação normal destes.

As correções que são aplicadas durante este passo de validação são baseadas em:

- calibração de todos os instrumentos por métodos padrão;
- análise por métodos recomendados ou padrão;
- condução de um programa de controle de qualidade;
- validação dos sensores de saída.

O segundo maior passo na validação dos dados é a investigação de outras possíveis incorreções dos dados.

Os dados sob estudo são cuidadosamente comparados com uma tabela estabelecida de limites para:

- valores altos;
- valores baixos;
- variações extremas nos valores para observações consecutivas;
- probabilidade de erro humano.

Limites para valores altos são baseados em padrões de qualidade para o sistema ou na história passada do local de amostragem.

Limites para valores baixos representam a capacidade mínima de detecção do instrumento e do método de análise. Concentrações abaixo do limite de detecção podem criar problema ao pessoal encarregado da interpretação dos dados, uma vez que os valores zero interferem nos procedimentos estatísticos. Um exemplo disto é o cálculo de parâmetros geométricos (log 0 - ∄). O problema é contornado, inserindo-se uma constante igual à metade do limite de detecção de cada método de análise. A Tabela 3 mostra um exemplo dos limites mínimos detectáveis atualmente e os valores a serem inseridos segundo a bibliografia específica.

Quando mais de 25% dos níveis medidos estão abaixo da quantidade mínima detectável, não se faz nenhum cálculo estatístico com esses dados. Para se preparar a distribuição de frequência de um conjunto de dados é necessário que pelo menos 50% das medidas estejam acima da concentração mínima detectável.

Valores atípicos "outliers" são manuseados de modo especial uma vez que eles fornecem os pontos mais informativos e interessantes dos dados. O primeiro passo utilizado no manuseio destes dados é assegurar-se que o instrumento ou o código utilizado não são a razão para o valor ser anormal. Isto é feito, verificando com o pessoal do laboratório para verificar se existe razão para se suspeitar de erro analítico ou humano. O segundo

passo é tentar explicar a normalidade. Dados históricos são examinados para se determinar se outros destes já não ocorreram no passado. Outra aproximação é examinar os dados meteorológicos que possam explicar o valor atípico.

Se nenhuma explicação razoável é encontrada, o "outlier" é guardado com todo um memorial descritivo das condições ambientais e geográficas, das metodologias usadas e do pessoal envolvido, juntamente com a afirmação que nenhuma razão adequada existiu na época para justificar o evento.

TABELA 3 - LIMITE MÍNIMO DETECTÁVEL E VALOR DE SUBSTITUIÇÃO POR POLUENTE E MÉTODO DE ANÁLISE

POLUENTE	MÉTODO DE ANÁLISE	LIMITE MÍNIMO DETECTÁVEL $\mu G/M^3$	VALOR DE SUBSTITUIÇÃO $\mu G/M^3$
Poeira em suspenção	Gravimétrico	1,0	0,5
Sulfato	Colorimétrico	0,5	0,25
CO	Infra-vermelho não dispersivo	573	286
SO_2	P.R.A.	5	2,5
O_3	Quimioluminescência	20	10
O_x	Colorimétrico	20	10

ARMAZENAMENTO E RETIRADA DE DADOS

Um sistemático armazenamento de dados proporciona um meio de se proteger os registros contra a deterioração física e assegura também que os dados passados possam ser pronta e facilmente retirados para manuseio. Medidas efetivas de segurança foram determinadas para salvaguardar os dados de uma possível emissão antes de uma total validação. A retirada de dados envolve procedimentos pelos quais os dados passados possam ser prontamente localizados, retirados, usados e retornados aos seus lugares próprios no armazenamento.

Uma cuidadosa e completa documentação da localização e do conteúdo dos registros armazenados colabora para que os procedimentos estabelecidos sejam seguidos e registrados, bem como utilizados adequadamente.

A Tabela 4 é um exemplo de uma das listagens disponíveis relacionando os dados arquivados, possibilitando que as pessoas interessadas solicitem os dados tanto pela caracterização dos locais como pelo código de referência. Critério semelhante é adotado para os programas elaborados e em uso pela Superintendêndia de Tecnologia do Ar - CETESB. (Tabela 5.).

TABELA 4 - RELAÇÃO DE DADOS ARQUIVADOS.

CETESB
STAR/GEE
DAID

DATA DE REFERENCIA
09/10/78

CODIGO	REGIAO	CIDADE	ESTACAO	VARIAVEL	INTERVALOS ENTRE AMOSTRAS	PERIODO
1/ 35/ 1/24	GRANDE SAO PAULO	BARUERI	1	RESIDUO FIXO	MENSAL	DESDE JANEIRO /72
1/ 36/ 1/ 9		ARUJA	1	TAXA DE SULFATACAO	MENSAL	DESDE JANEIRO /72
1/ 36/ 1/10				POEIRA SEDIMENTADA	MENSAL	DESDE JANEIRO /72
1/ 36/ 1/24				RESIDUO FIXO	MENSAL	DESDE JANEIRO /72
1/ 37/ 1/ 9*		SAO VICENTE	1	TAXA DE SULFATACAO	MENSAL	ABRIL/73 A MAIO/78
1/ 37/ 1/10*				POEIRA SEDIMENTADA	MENSAL	JANEIRO/72 A MAIO/7
1/ 38/ 1/ 9		SUZANO	1	TAXA DE SULFATACAO	MENSAL	DESDE JANEIRO /72
1/ 38/ 1/10				POEIRA SEDIMENTADA	MENSAL	DESDE JANEIRO /72
1/ 38/ 1/24				RESIDUO FIXO	MENSAL	DESDE JANEIRO /72
1/ 39/ 1/ 9		TABOAO DA SERRA	1	TAXA DE SULFATACAO	MENSAL	DESDE JANEIRO /72
1/ 39/ 1/10				POEIRA SEDIMENTADA	MENSAL	DESDE JANEIRO /72
1/ 39/ 1/24				RESIDUO FIXO	MENSAL	DESDE JANEIRO /72
1/104/ 1/ 9		MAUA	1	TAXA DE SULFATACAO	MENSAL	DESDE JANEIRO /65
1/104/ 1/10				POEIRA SEDIMENTADA	MENSAL	DESDE JANEIRO /65
1/104/ 1/12				CORROSIVIDADE	MENSAL	DESDE JANEIRO /65
1/104/ 1/24				RESIDUO FIXO	MENSAL	DESDE JANEIRO /65
1/104/ 2/ 9			2	TAXA DE SULFATACAO	MENSAL	DESDE JANEIRO /65
1/104/ 2/10				POEIRA SEDIMENTADA	MENSAL	DESDE JANEIRO /65
1/104/ 2/12				CORROSIVIDADE	MENSAL	DESDE FEVEREIRO/65
1/104/ 2/24				RESIDUO FIXO	MENSAL	DESDE JANEIRO /66
1/104/ 3/ 9			3	TAXA DE SULFATACAO	MENSAL	JAN/65 A JAN/71
1/104/ 3/10				POEIRA SEDIMENTADA	MENSAL	JAN/65 A JAN/71
1/104/ 3/12				CORROSIVIDADE	MENSAL	JAN/65 A JAN/71
1/104/ 3/24				RESIDUO FIXO	MENSAL	JAN/66 A JAN/71
1/104/ 4/ 9			4	TAXA DE SULFATACAO	MENSAL	
1/104/ 4/10				POEIRA SEDIMENTADA	MENSAL	
1/104/ 4/12				CORROSIVIDADE	MENSAL	DESDE FEVEREIRO/65
1/104/ 4/24				RESIDUO FIXO	MENSAL	DESDE JANEIRO /66
2/ 37/ 1/ 1	LITORAL	SAO VICENTE	1	DIOXIDO DE ENXOFRE	6 DIAS	DESDE ABRIL/78
2/ 37/ 1/ 2				MATERIAL PARTICULADO	6 DIAS	DESDE ABRIL/78
2/ 37/ 1/ 9*				TAXA DE SULFATACAO	MENSAL	DESDE MAIO/78
2/ 37/ 1/10*				POEIRA SEDIMENTADA	MENSAL	DESDE MAIO/78
2/ 37/ 1/24				RESIDUO FIXO	MENSAL	DESDE JANEIRO /72
2/ 37/ 1/25				PLACA DE CARBONATO	MENSAL	DESDE MAIO/78
2/ 40/ 1/ 1		SANTOS	1	DIOXIDO DE ENXOFRE	DIARIA	DESDE OUTUBRO/77
2/ 40/ 1/ 2				MATERIAL PARTICULADO	DIARIA	DESDE OUTUBRO/77
2/ 81/ 1/ 9		REGISTRO	1	TAXA DE SULFATACAO	MENSAL	DESDE JULHO/78
2/ 81/ 1/10				POEIRA SEDIMENTADA	MENSAL	DESDE JULHO/78
2/ 81/ 1/25				PLACA DE CARBONATO	MENSAL	DESDE JULHO/78
2/105/ 1/ 9		CUBATAO	1	TAXA DE SULFATACAO	MENSAL	DESDE AGOSTO /71
2/105/ 1/10				POEIRA SEDIMENTADA	MENSAL	DESDE AGOSTO /71
2/105/ 1/12				CORROSIVIDADE	MENSAL	DESDE AGOSTO /71
2/105/ 1/24				RESIDUO FIXO	MENSAL	DESDE AGOSTO /71
2/105/ 2/ 9			2	TAXA DE SULFATACAO	MENSAL	DESDE AGOSTO /71

* = VER OBSERVACOES NO FINAL

CETESB

TABELA 5 - RELAÇÃO DOS PROGRAMAS ELABORADOS.

CETESB
STAR/GEE
DAID

DATA DE REFERENCIA
29/09/78

PROGRAMA	CONTEUDO	TIPO
MEDMCO1E	ANALISE DO COMPORTA/ DAS MEDIAS HORARIAS/DIARIAS DO CO	EST. ESPECIAL
INOPOL1P	DISTRIBUICAO DO INDICE DE POLUICAO DO SO2 E DO MP	PERIODICO/MES
RELATO1P	RELATORIO MENSAL/QUALIDADE DO AR/ESTACOES OPS-OMS	PERIODICO/MES
RELATO2P	RELATORIO MENSAL/QUALIDADE DO AR/MONOXIDO DE CARBONO	PERIODICO/MES
SEMANA1E	COMPORTAMENTO DA CONCENTRACAO DE POLUENTES/DIA DA SEMANA	EST. ESPECIAL
LARSEN1E	DISTR. PERCENTIL./MEDIA/DESVIO P/ QQ. AVERAG. TIME-LARSEN	EST. ESPECIAL
MOVETS1S	CALCULO DE MEDIAS MOVEIS PARA QQ. PESO	SUPORTE
TELEME1E	CADASTRAMENTO DAS PECAS DA REDE TELEMETRICA	EST. ESPECIAL
WHITAK1E	APLICACAO DO MODELO WHITTAKER-HENDERSEN P/ DADOS DE Q. AR	EST. ESPECIAL
BUSCA-1P	CALCULO DOS DIAS CRITICOS DE SO2 E MP	PERIODICO
KENDAL1S	TESTE ESTATISTICO DE KENDALL	SUPORTE
RELINT1P	LIST. DE DADOS EST. MENORES, CLASSIFICADOS ORDEM CRESCENTE	PERIODICO
MEDFIX1S	CALCULO DE MEDIAS FIXAS DE PESO N DE UMA SERIE	SUPORTE
LISTDO1P	LISTAGEM DE DADOS HORARIOS,MENSAIS,DIARIOS E 6 DIAS	PERIODICO
LISTPR1P	LISTAGEM DOS PROGRAMAS ELABORADOS	PERIODICO
AJUSTC1E	REGRESSAO LINEAR E AJUSTAMENTO DE CURVAS	EST. ESPECIAL
RELINV1P	RELATORIO INVERNO/ QUALIDADE DO AR/ ESTACOES OPS-OMS	PERIODICO
RELINV2P	RELATORIO INVERNO/ QUALIDADE DO AR/ MONOXIDO DE CARBONO	PERIODICO

ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS

Após os dados serem obtidos, torna-se necessário aplicar alguns critérios para aceitá-los tais como: conhecimento da metodologia, de coleta e análise empregada e da quantidade de dados disponíveis no tempo para assegurar-lhes significância no período.

A metodologia analítica e a precisão requerida foram especificadas para os quatro principais poluentes do ar: SO_2, MP, CO e O_x, para o Estado de São Paulo, segundo o Decreto Estadual nº 8468 de 08/09/1976.

Os dados originais são também verificados quanto ao critério de representatividade, isto é uma amostra para ser significativa necessita ter no mínimo 75% do número total possível de observações. A Tabela 6 indica o número de observações necessárias.

TABELA 6 - NÚMERO MÍNIMO DE OBSERVAÇÕES (CRITÉRIO DE REPRESENTATIVIDADE)

INTERVALO DE TEMPO	NÚMERO MÍNIMO DE OBSERVAÇÕES
Média móvel de 8 hs	6 observações horárias consecutivas
24 hs	18 observações horárias
Mês	22 Médias diárias
Trimestre	69 Médias diárias
Ano	273 Médias diárias ou 9 médias mensais, com pelo menos 2 médias por trimestre

Para se caracterizar a Qualidade do Ar são necessárias várias etapas. Quantidades volumosas de dados necessitam ser reduzidas a um tamanho compreensível e significativo. Com esta finalidade são construidas as tabelas de distribuição de frequências percentuais acumuladas que podem ser usadas diretamente para se obter a porcentagem da população de dados que excede uma concentração específica. Da Tabela 7 do relatório mensal da STAR, pode-se então tirar informações do seguinte tipo:

- A concentração de 131 $\mu g/m^3$ de SO_2 da estação de Moema foi excedida em 10% das vezes isto é, das 30 análises feitas no mês de setembro/78, 3 resultados estiveram acima da referida concentração.

- Fixando-se uma concentração próxima ao valor do Padrão de Qualidade do Ar para determinado poluente pode-se estimar, indiretamente quantas foram as ultrapassagens do Padrão no mês em estudo. Através da Tabela 8 - e fixando-se o valor 259 $\mu g/m^3$ da estação Tatuapé estimou-se que aproximadamente 1% das amostras estiveram acima do Padrão ou seja ocorreu cerca de 1 ultrapassagem do Padrão de Qualidade do Ar no mês de setembro/78 para a referida estação.

A plotagem das frequências percentuais acumuladas (abcissa) versus concentração excedendo um determinado valor (ordenadas) no papel log-probabilidade fornece aproximadamente

na maioria das vezes uma reta como ajuste que é a representação gráfica da distribuição lognormal.

Este tipo de distribuição tem se mostrado como a que melhor e mais exatamente descreve as concentrações dos poluentes dispersos na atmosfera.

A concentração relacionada com o ponto de 50% é a média geométrica. A inclinação da reta é a medida do desvio padrão geométrico. Este valor pode ser calculado da seguinte maneira:

$$\sigma_g = \frac{\text{Conc. do valor } 84{,}16\%}{\text{Conc. do valor } 50{,}00\%} \quad \text{ou} \quad \frac{\text{Conc. do valor } 50{,}00\%}{\text{Conc. do valor } 15{,}84\%}$$

Portanto pela Figura 3 conclui-se que a média geométrica é aproximadamente 73 $\mu g/m^3$ e o desvio padrão geométrico 1,47

$$\sigma_g = \frac{107}{73} = 1{,}47$$

cujos resultados se assemelham aos apresentados na Tabela 7.

Calculos de médias aritméticas e geométricas e seus respectivos desvios padrões são frequentemente utilizados na análise de dados. As médias fornecem uma medida de tendência central ou seja o valor médio da concentração de um determinado poluente, enquanto que os desvios padrões e máximas concentrações são úteis para caracterizar o espalhamento dos dados ao redor do valor médio (Tabela 7 e 8) .

TABELA 7 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

DIOXIDO DE ENXOFRE

ANO: 78
MES: SETEMBRO

LOCAL	OBS %	CONC MIN	CONC MAX	CONC MAX 2	CONC. IGUALADAS OU EXCEDIDAS POR DETERMINADA % DO PERIODO 1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	99	VALORES ARITMET MEDIA	ARITMET DES	GEOMET MEDIA	GEOMET DES
ACLI	100	43	278	247	278	211	166	141	128	124	118	104	94	77	43	129	53	119	1.5
C EL	96	64	300	243	300	205	185	164	156	150	145	120	94	73	64	147	54	137	1.5
C CE	100	34	199	175	199	147	121	107	102	90	87	74	61	46	34	93	38	85	1.5
MOEM	100	35	172	150	172	131	93	86	79	76	70	62	54	42	35	78	31	72	1.5
P RE	100	44	253	232	253	177	136	129	122	106	95	88	71	59	44	112	47	103	1.5
TAT	93	62	237	190	237	187	146	132	126	116	112	108	104	93	62	126	36	121	1.3
V AN	100	35	250	153	250	152	124	112	103	91	82	77	60	50	35	95	43	86	1.6
CAPR	100	24	260	251	260	200	171	158	121	102	84	61	50	41	24	110	65	91	1.9
CAPI	93	30	194	182	194	171	152	139	122	118	110	92	65	53	30	114	43	104	1.6
GUAR	100	32	327	295	327	2[illegible]	243	225	189	155	136	116	100	64	32	160	78	136	1.8
OSAS	100	36	184	153	184	152	119	101	94	82	74	66	64	52	36	87	34	81	1.5
SCS	96	30	170	162	170	156	147	136	127	114	103	76	65	53	30	108	39	99	1.6
S AN	100	25	193	176	193	163	119	111	100	87	76	67	57	42	25	89	41	80	1.7
PINH	100	24	142	124	142	107	95	86	76	68	61	50	48	36	24	70	28	65	1.5

OBSERVACOES

PQA/SO2/24HS 365.
UNIDADE : MICROGR/M3
METODO DE ANALISE : H2O2

TABELA 8 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

MATERIAL PARTICULADO

ANO: 76
MES: SETEMBRO

LOCAL	OBS %	CONC MIN	CONC MAX 1	CONC MAX 2	CONC. IGUALADAS OU EXCEDIDAS POR DETERMINADA % DO PERIODO 1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	99	VALORES ARITMET MEDIA	ARITMET DES	GEOMET MEDIA	GEOMET DES
ACLI	100	31	167	142	167	142	76	68	60	57	55	45	41	36	31	66	34	59	1.6
C EL	96	43	193	178	193	138	87	80	74	72	71	62	56	50	43	81	35	75	1.4
C CE	100	14	129	90	129	83	49	44	42	36	33	31	26	22	14	41	23	37	1.6
MOEM	100	17	208	145	208	112	66	49	43	40	34	30	26	21	17	50	41	41	1.8
P RE	100	19	186	148	186	77	59	52	45	43	42	33	29	21	19	49	35	42	1.7
TAT	93	36	259	229	259	203	168	94	85	78	69	64	61	49	36	99	58	86	1.7
V AN	100	19	176	135	176	122	73	50	46	38	38	35	30	28	19	52	35	45	1.7
CAPR	100	6	66	59	66	52	37	35	30	27	26	21	18	16	6	28	13	25	1.7
CAPI	93	22	143	112	143	94	73	54	48	41	33	32	30	25	22	50	29	44	1.7
GUAR	100	16	219	189	219	155	132	122	118	114	104	76	65	57	16	103	44	91	1.7
OBAS	100	10	136	119	136	89	65	51	41	37	35	33	31	25	10	47	28	41	1.7
SCS	96	14	144	136	144	92	58	45	36	31	28	25	23	17	14	43	32	35	1.8
S AN	100	25	160	147	160	96	70	57	53	48	40	35	33	29	25	54	31	48	1.6
PINH	100	15	192	156	192	116	46	41	40	31	28	23	22	20	15	44	40	35	1.9

OBSERVACOES

PQA/ MP/24HS 240.
UNIDADE : MICROGR/M3
METODO DE ANALISE : REFLECTANCIA

Os desvios padrões geométricos fornecem importante informação sobre os locais amostrados. Grandes desvios podem indicar por exemplo distribuição irregular das fontes poluidoras. As fontes podem estar espalhadas de tal modo que os níveis dos poluentes estejam dependentes da direção do vento. Se as maiores fontes de poluição estiverem concentradas numa área da cidade, ventos de determinada direção podem produzir altos níveis de concentrações que por sua vez ventos de outras direções provavelmente fornecerão níveis mais baixos.

Um dos objetivos de um monitoramento de qualidade do ar é frequentemente determinar concordância com os padrões de qualidade do ar. Os padrões estão expressos no Decreto Estadual nº 8468 de 08/09/1976 e sumarizados na Tabela 9.

De um modo geral, as comparações com os padrões anuais são feitas básicamente pela simples comparação aritmética. Uma alternativa plausível adotada é o uso de testes estatísticos para verificar se a média dos dados é significativamente diferente do padrão. Entretanto, tais testes contêm uma zona de incerteza que do ponto de vista estatístico será menor quanto maior for a frequência de amostragem. A Figura 4 mostra intervalos de confiança da média anual, para Material Particulado em Suspensão.

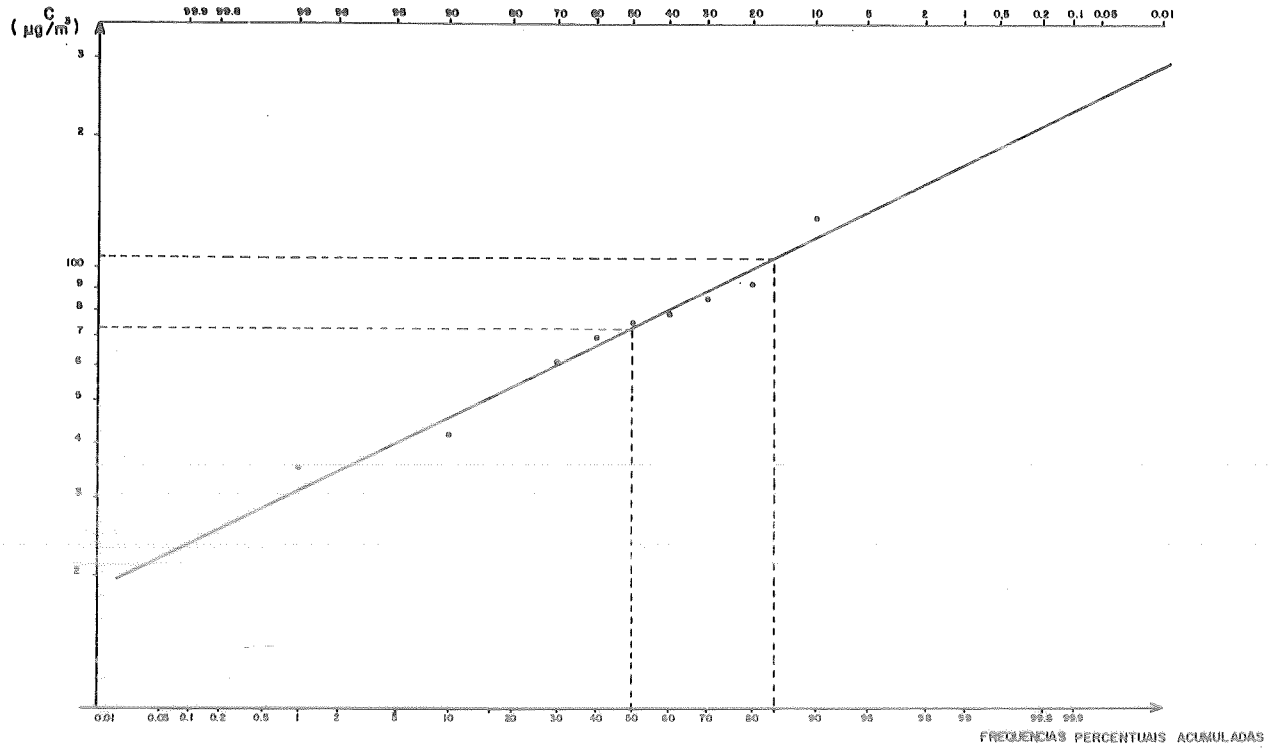


FIGURA 3 - Dados da estação de Moema do poluente SO_2 em setembro de 1978

TABELA 9 - PADRÕES DE QUALIDADE DO AR SEGUNDO DECRETO ESTADUAL Nº 8468 DE 08/09/1976

POLUENTE	PADRÕES DE QUALIDADE DO AR	MÉTODOS DE REFERÊNCIA
Material Particulado	(a) 80 µg/m³ Média geométrica anual (b) 240 µg/m³ Máxima concentração de 24 hs a não ser excedida mais de 1 vez por ano	Pararosanilina
Dióxido de Enxofre	(a) 80 µg/m³ Média aritmética anual (b) 365 µg/m³ Máxima concentração de 24 hs a não ser excedida mais de 1 vez por ano	Amostrador de Grandes Volumes
Monóxido de Carbono	(a) 9 ppm Máxima média de 8hs a não ser excedida mais de 1 vez por ano (b) 35 ppm Máxima média de 1 h a não ser excedida mais de 1 vez por ano	Absorção de Radiação Infra-vermelho não dispersivo
Oxidantes Fotoquímicos	(a) 160 µg/m³ Máxima média de 1 h a não ser excedida mais de 1 vez por ano	Luminescência Química

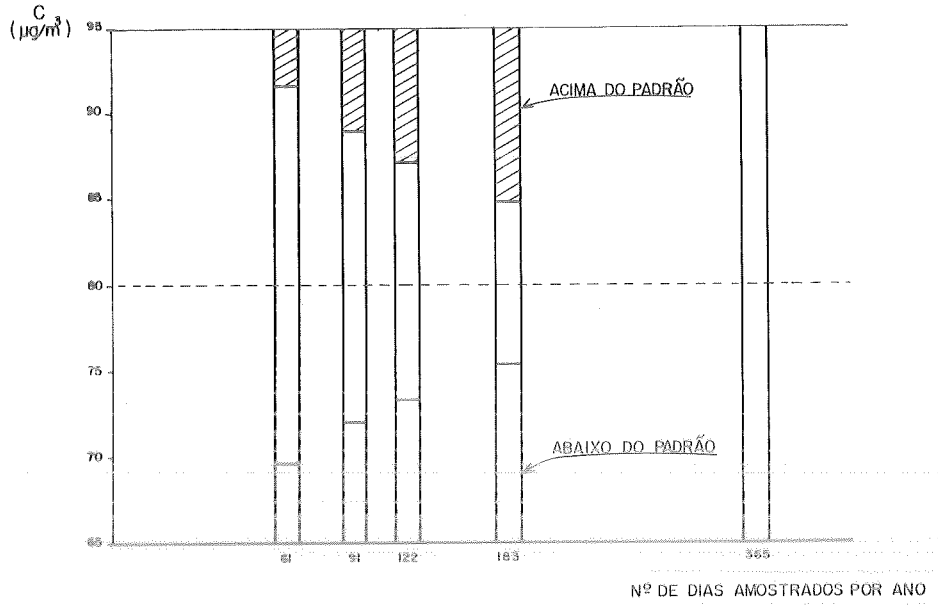


FIGURA 4 - Intervalos de 95% de confiança do padrão anual de material particulado para várias frequências de amostragem (assumindo desvio padrão geométrico igual 1,8)

Se por exemplo a média geométrica de 183 resultados de análise de Material Particulado ou seja 6 meses de dados estiver compreendida entre 75,3 e 85,0 µg/m^3 estará em concordância com o padrão de qualidade do ar do citado poluente.

Os padrões a não serem excedidos mais que uma vez por ano constantes da Tabela 9, não nos permitem saber qual concentração poderia ser atingida nesse dia, em vista disso, o valor da segunda maior concentração passa a ser o determinante quanto a ultrapassagem ou não do padrão de qualidade do ar considerado. Desta forma verificamos na Tabela 9 a expressão de seus valores.

ESTUDOS ESPECIAIS

No contexto da interpretação de dados de qualidade do ar, é de extrema importância o conhecimento do comportamento progresso das concentrações ao longo dos anos, só assim podemos verificar ou criar uma expectativa ou probabilidade de melhora ou deterioração da qualidade local. Para realização dessa tarefa, não rotineira, lançamos mão de estudos especiais de conotação quase que estrita ao estudo de séries temporais.

Designamos por série de tempo o conjunto de observações discretas ou contínuas dos valores de uma ou mais variáveis em períodos distintos e sucessivos de tempo. Embora não existam fundamentações rígidas, a observação dos resultados a que se tem chegado na análise de séries de tempo justifica a decomposição do movimento geral da mesma em três componentes, a saber:

- tendência secular
- componente oscilatória
- componente aleatória ou errática

Graficamente a idéia é a do esquema apresentado na Figura 5.

Da observação das concentrações mensais, pelo menos na região metropolitana de São Paulo, verifica-se um claro recrudescimento das mesmas durante o período de inverno. Para traduzir numericamente este evento foi desenvolvido um programa de variação estacional. Se assumirmos que não existem variações cíclicas de carater interferente aos da variação estacional, poderemos inferir que todo componente oscilátorio é de natureza razoável. Portanto este programa trata de extrair tal componente dos dados originais de uma série de tempo.

A Figura 6 mostra a curva obtida, através da metodologia adequada, secundada por zonas de irregularidades. Por exemplo, pelos valores obtidos na Figura 6 e expressos na tabela 10, obteremos pela divisão do valor mensal da série original pelo respectivo índice estacional a série desestacionalizada, ou seja, a série impregnada apenas pela tendência e componente aleatória. Tendo-se assim, condições para ajuste e diagnose de tendência e por outro lado, na ausência de tendência para uma determinada estação, obteremos diretamente comparações de valores observados com comportamento histórico.

Poderíamos otimizar o estudo referido descendo a intervalos de tempo menores tais como semanas, possibilitando assim a visualização da prognose das concentrações, segundo dias da semana.

Um outro tipo de estudo especial desenvolvido foi do método de Whittaker-Henderson de grande versatilidade na análise de comportamentos de séries históricas.

A força deste método está na visualização gráfica que pode enfatizar tanto a sazonalidade quanto a tendência dependendo exclusivamente do arbítrio da grandeza de um coeficiente que interliga ajuste à adoçamento. A Figura 7 ilustra o método.

A Superintendência de Tecnologia do Ar continuará dando ênfase a estudos especiais possibilitando assim que dados gerados em suas Redes de Amostragem, validados e trabalhados, transmitam sempre em sua forma final a potencialidade de informações que traduzem, isto é, sejam uma ferramenta efetiva no desfecho de ações que visem o controle da Poluição do Ar.

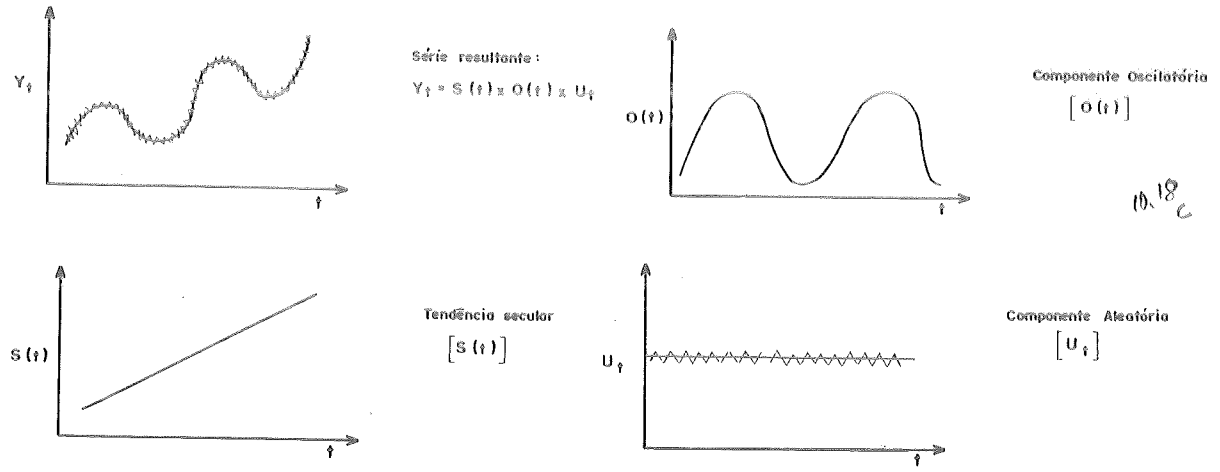


FIGURA 5- Representação gráfica de uma série temporal e a decomposição da mesma em suas componentes.

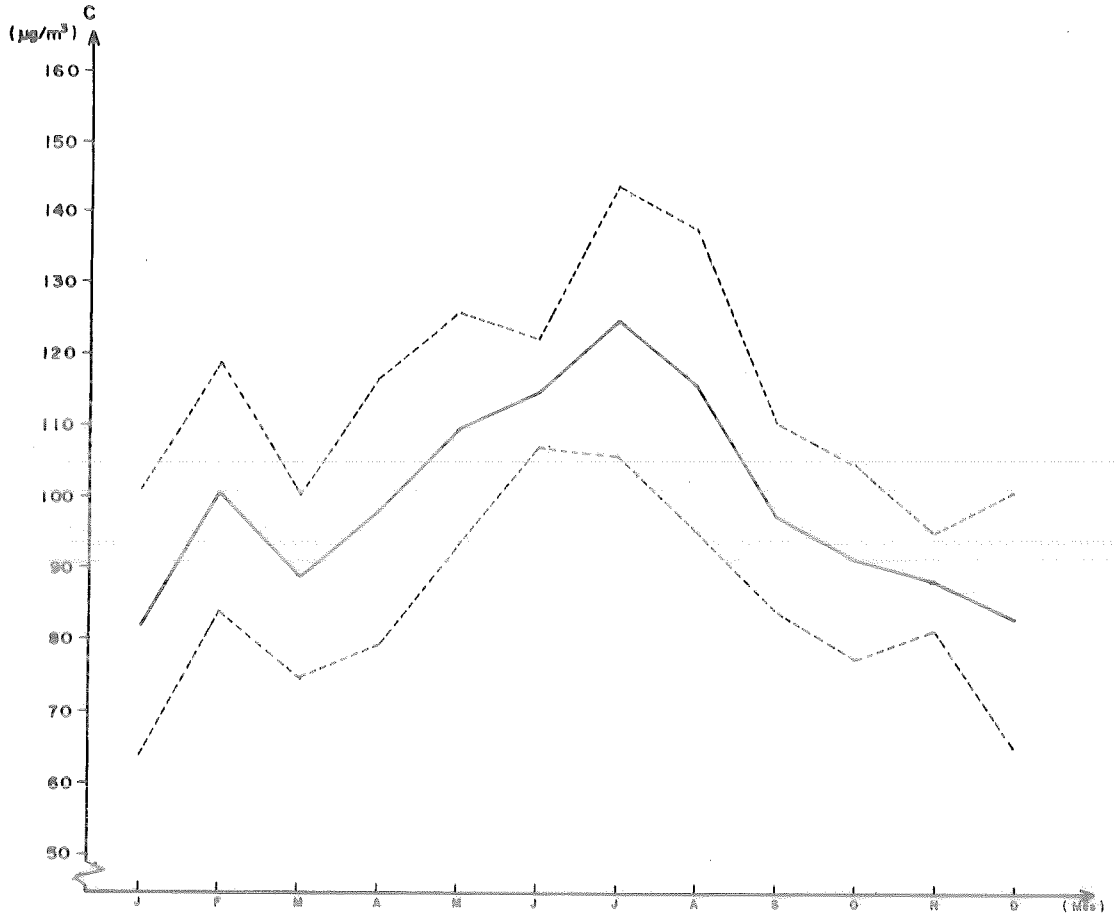


FIGURA 6 - Padrão estacional e zona de irregularidade das concentrações médias de SO_2 em Moema (1973-1977).

TABELA 10 - ÍNDICE DE VARIAÇÃO DE CONCENTRAÇÃO DE SO_2, Moema, 1973 a 1977 (1)

MÊS \ ANO	1973	1974	1975	1976	1977	ÍNDICE ESTACIONAL	ÍNDICE DE IRREGULARIDADE
JANEIRO	-	81,1	67,5	88,4	94,3	82,8	11,6
FEVEREIRO	92,9	109,2	83,1	105,8	118,5	101,9	14,0
MARÇO	72,9	82,6	94,2	93,2	102,0	89,0	11,3
ABRIL	119,3	93,6	105,2	94,8	79,0	98,4	15,0
MAIO	104,4	131,0	100,5	99,5	113,4	109,8	13,1
JUNHO	124,3	107,6	113,0	116,8	114,7	115,3	6,1
JULHO	109,4	145,0	131,9	110,5	129,9	125,3	15,2
AGOSTO	112,7	132,6	136,6	101,1	100,7	116,7	17,1
SETEMBRO	107,7	82,6	94,2	107,4	95,6	97,5	10,5
OUTUBRO	92,9	92,0	105,2	93,2	73,9	91,4	11,2
NOVEMBRO	89,5	85,7	86,3	97,9	84,1	88,7	5,5
DEZEMBRO	77,9	60,9	86,3	94,8	96,9	83,4	14,6

(1) Pelo método das porcentagens médias

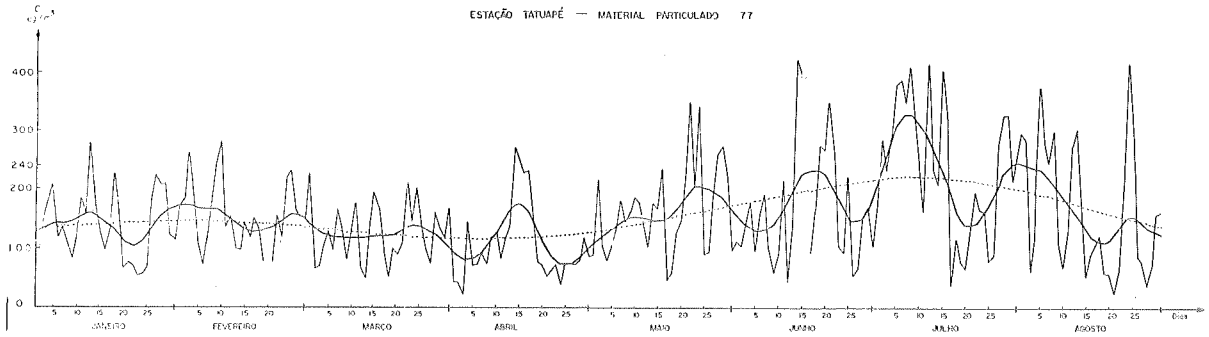


FIGURA 7 - Coeficiente que interliga ajuste a adoçamento ——— baixo ----- alto

BIBLIOGRAFIA

1- GUIMARÃES, F. A. et. alii - Rede automática de amostragem de poluentes atmosféricos- Plano preliminar. Trabalho apresentado no VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária. (1975).

2- HUNT & CURRAN - "Interpretation of air quality data with respect to the national ambient air quality standards" . J.A.P.C.A. - 25,711 (1975).

3- LICCO, Eduardo A - Análise e Interpretação de dados - CETESB, 1976.

4- NEHLS & AKLAND - Procedures for Handling Aerometric Data - J.A.P.C.A. - 23,180 (1973).

5- NEUSTADTER & SIDIK - On evaluating compliance with air pollution levels "not to be exceeded more than once a year" J.A.P.C.A. - 24,559 (1974).

6- SALTZMAN - Simplified Methods for Statistical Interpretation of Monitoring Data - J.A.P.C.A. - 22,90 (1972)

7- U. S. Environmental Protection Agency - USERS MANUAL: SAROAD, nº APTD - 0663.

8- Federal Register, Monday, August 7, 1978 - part II - Air Quality Surveillance and date Reporting - Proposed Regulatony Revisions.

ÍNDICE

Sumário, 10.1

Introdução, 10.1

Processamento de dados, 10.2

Geração dos dados, 10.2

Atividades para assegurar a permanência nas condições de controle pré-estabelecidas, 10.3

Estabelecimento e aperfeiçoamento da precisão e exatidão dos instrumentos de amostragem e da própria agência, 10.4

Auditorias de "performance", 10.4

Método de análise dos poluentes, 10.8

Registro dos dados, 10.8

Validação dos dados, 10.9

Armazenamento e retirada de dados, 10.10

Análise e interpretação de dados, 10.13

Estudos especiais, 10.17

Bibliografia, 10.21

CETESB
Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345
CEP - 05459 - São Paulo-Brasil

Biblioteca	
Devolver em	Devolver em
22.09.80	

COMPANHIA ESTADUAL DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO BÁSICO E DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE
BIBLIOTECA

Se este livro não for devolvido dentro do prazo regulamentar, o leitor ficará sujeito às penalidades do regulamento da biblioteca.

O prazo poderá ser prorrogado se não houver pedido para este livro.