

A Sec. 500R
M. Aguiar
CJP

LEC - 003/78 - B

ESQUEMA PARA A PREVISÃO DAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS
RESPONSÁVEIS PELA DISPERSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS

- 1 . INTRODUÇÃO
- 2 . MÉTODO DE ANÁLISE
- 3 . DETERMINAÇÃO DE NÚMEROS SIGNIFICATIVOS - PESOS
- 4 . PROCEDIMENTO PARA A PREVISÃO DE 12 e 24 HORAS
- 5 . O BOLETIM DA PREVISÃO.

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA
AV. PROF. FREDERICO HERMANN JR., 345 CEP 05489 PINHEIROS
SÃO PAULO - BRASIL

ARQUIVO TECNICO

8401
C338e(RCET)
003334



13307



003334

2

8401
C338e(RCET)
003334

| | |
|-------|--|
| CLASS | |
| NO. | |
| 3334 | |

1. INTRODUÇÃO

 CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
 BIBLIOTECA

No Relatório IEC - 003-A, os parâmetros meteorológicos necessários para a previsão de condições favoráveis ou não à dispersão de poluentes atmosféricos foram discutidos.

Neste relatório delineamos como estes parâmetros serão utilizados num esquema para previsão diária (12 e 24 horas) das condições do tempo, que influenciam a dispersão de poluentes sobre a cidade de São Paulo. O Esquema é dividido em duas etapas, e segue estreitamente o sistema utilizado pelo Air Resources Lab, da Agência para proteção do Meio Ambiente dos EEUU.

As duas etapas do esquema de previsão bem como as suas datas aproximadas de implantação são dados abaixo. (datas foram estimadas levando em conta os recursos humanos disponíveis e o volume de trabalho necessário em cada etapa para a sua efetiva implantação).

ETAPA I:

O método de Miller (1964) com algumas modificações, para torná-lo o mais objetivo possível de acordo com a literatura mais recente disponível sobre o assunto. Estas modificações e o método serão discutidas detalhadamente nas seções 2, 3, 4 e 5.

- Data aproximada da implantação - 30.06.78

ETAPA II:

Esta etapa não trará modificações na metodologia delineada na Etapa I, mas tira às restrições sobre a constância de alguns parâmetros da Etapa I. Ao passo que na Etapa I a sondagem de 1200 Z de hoje é utilizada junto com a previsão da temperatura máxima da superfície do dia seguinte para obter a altura da camada de mistura e a velocidade do vento para o dia seguinte; a Etapa II utilizará métodos para prever os ventos e temperatura no alto para o dia seguinte. A altura de mistura será então calculada indiretamente utilizando equações de regressão. Os métodos citados acima são todos baseados em previsões numéricas, e são discutidos por Miller (1967), Stack pole (1967) e Gross (1970).

Porém, como estes métodos numéricos são aplicáveis em escalas muito grandes para serem de utilidade para os nossos fins, métodos

estatísticos (Panofsky-1968) que conseguem prever com melhor precisão as condições locais serão utilizadas. Tais métodos que estão sendo aplicados rotineiramente em algumas cidades nos Estados Unidos, dividem-se em duas categorias:

- a) Previsão das temperaturas e ventos no alto e a posterior utilização de Miller (1967), ou
- b) Previsão direta da altura da mistura e do vento de transporte (Wuerch 1971).

Data aproximada de implantação - 30.11.78

2 . MÉTODO DE ANÁLISE

Tudo o que vem a seguir com o número (1) refere-se ao relatório LEC-003 A.

O método formulado por Miller (1964) é baseado em dois fatores que descrevem as características verticais de estabilidade e escoamento do vento em duas camadas adjacentes da troposfera. O primeiro fator é exatamente a "Taxa de Ventilação", calculada através da altura da mistura e a velocidade do vento nesta camada, discutida em (1).

O segundo fator que não será considerado aqui, já que a experiência tem indicado que sua influência é pequena (e que ele também não consta mais da previsão do Air Pollution Potential do U.S. Weather Bureau) é estimado calculando a espessura de um gradiente em temperatura potencial de 5°C, utilizando 1 Km acima da superfície como base deste gradiente.

Portanto, o procedimento consiste em calcular: a) Altura da mistura, b) Velocidade do vento, c) Taxa de ventilação (o produto de a e b), utilizando a sondagem de 1200 Z. Detalhes destes cálculos estão explicados em (1).

3 . DETERMINAÇÃO DE NÚMEROS SIGNIFICATIVOS - Pesos.

Antes de tratar o problema da metodologia da previsão, é necessário ter uma idéia da significância dos parâmetros da seção 2. O procedimento foi explicado brevemente em (1). Tratareremos disto mais detalhadamente aqui. O procedimento será o seguinte:

a) Amostras de 24 hs do material particulado (o produto da concentração de SO_2 e Material Particulado também pode ser utilizado caso seja mais conveniente), para tres ou quatro estações, localizadas na Região Central, são colhidas. A medida da concentração destas tres ou quatro estações é calculada. Isto daria um valor representativo. Concentrações diárias são calculadas desta maneira para os meses de junho a Outubro (Os meses de inverno são escolhidos por serem os períodos em que ocorrem as maiores concentrações) por dois anos (para se ter uma média razoável de dados).

b) As amostras são classificadas agora em quatro categorias:

- 1) Bom (até $80 \mu g/m^3$)
- 2) Aceitável (80 até $240 \mu g/m^3$)
- 3) Não adequado (240 até $375 \mu g/m^3$)
- 4) Má (375 até $675 \mu g/m^3$)

c) Para cada dia que foi colhida uma amostra é calculada também

- a) Altura da mistura da tarde;
- b) Vento de transporte;
- c) Taxa de ventilação.

Além dos parâmetros acima, as condições meteorológicas nos dias de amostragem são classificados: a) Anteciclônico; b) Ciclônico, precipitação ou ventos em altura ($500 mb$) $> 25 knots$

Os valores das amostras nas categorias a, b, c, e d, são plotados em uma curva, no ponto de interseção do vento de transporte e da taxa de ventilação. (detalhes são dados no apêndice I, onde também é explicada a classificação dos parâmetros meteorológicos e a distribuição de pesos).

4 . PROCEDIMENTO PARA A PREVISÃO DE 24 HORAS.

Para preparar a previsão das condições meteorológicas para o dia seguinte, o procedimento a ser utilizado é o seguinte:

- a) Traçar ou plotar a sondagem de 1200 Z de hoje num diagrama SKENT/Logp.
- b) Achar a temperatura mínima da superfície de hoje (o valor mínimo é o valor registrado no aeroporto entre 0200 e 0600 hora local). Utilizar este valor para calcular a altura da mistura da

hoje de manhã, através da sondagem, como é explicado na seção 2

- c) Utilize agora a previsão feita ontem para a temperatura máxima da superfície de hoje, para calcular a altura da mistura de hoje a tarde.
- d) Finalmente, utilize o prognóstico feito hoje para a temperatura máxima da superfície para amanhã, para calcular a altura da mistura da tarde do dia seguinte.
- e) Os ventos de transporte associados com as alturas em c) e d), são as médias não ponderadas dos ventos observados da superfície até a altura da mistura em consideração na sondagem de 0000 Z. O vento de transporte associados com b) é calculado da mesma maneira utilizando a sondagem de 1200 Z.
- f) O fator de ventilação para hoje de manhã, hoje a tarde e amanhã a tarde pode ser agora calculado.
- g) Tendo calculado as alturas da mistura, ventos e taxas de ventilação, o próximo passo na análise, é verificar se houve ou há probabilidade de precipitação.
Se houver precipitação isto deverá ser no mínimo 0.02" ou 1/2 mm/h e cobrir uma área de pelo menos 40%. A probabilidade de chuva para as próximas 24 horas deverá ser também no mínimo 40%.
- h) Tendo feito os itens de a até g, o próximo passo é a carta cinótica.

(Deve-se notar que esta análise pode ser feita tanto no começo quanto no fim, porém, tratamos dela aqui somente no fim, como é indicado no APP forecast Program do US Weather Bureau (Stackpole (1967).

Na carta cinótica, os seguintes fatores deverão ser examinados:

- 1) A existência de frentes
- 2) Gradientes em pressão, se são fortes ou fracos.
- 3) Ventos em 500mb, se maior ou menor do 25 KNOTS.
- 4) A ocorrência simultânea de alta pressão na superfície e uma crista com núcleo quente no alto. A crista com núcleo quente no alto é muito importante, já que ela significa que os sistemas de pressão na superfície se deslocarão relativamente devagar, debaixo dela, o que por sua vez terá uma tendência para fazer o anticiclone de superfície virar estacionária. Outro fator importante é que uma crista quente é raramente associada com mudanças rápidas.

5 . O BOLETIM DA PREVISÃO

Na seção 4 delineamos a metodologia utilizada para calcular os parâmetros e examinar as condições cinóticas, com o propósito de preparar a previsão das condições meteorológicas para o dia seguinte. Nesta seção esboçamos o formato de um boletim baseado no qual a previsão pode ser feita utilizando as informações das seções 3 e 4. O boletim está no apêndice II junto com explicações, onde necessárias.

CETESB - CM. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

REFERENCIAS

- 1) MILLER M. E. 1964 *Monthly Weather Review* 92 Pg 23.
- 2) MILLER M.E. 1967 *Monthly Weather Review* 95 Pg 23
- 3) Stackpole J.D. 1967 *ESSA Tech. Memo.*
WBTM- NMC 43
- 4) Panofsky H.A. and W.R. Brier 1968 *Some applications of Statistics to Meteorology*
- 5) Gross F. 1970 *ESSA Tech Memo.*
WBTM - NMC 47
- 6) Holzworth G.C. 1971 *Paper ME - 20C*
Second International Clean Air Congress, Washington D.C.
- 7) Muerch D.E. 1971 *NoAA Tech. Memo*
NWS-CR 44.

APENDICE I

1) Escolha os dados de amostragens de M.P. feito no período de junho ou maio à outubro, para dois anos. Mais anos podem ser incluídos, caso a quantidade de informações não seja suficiente. O número de estações escolhidas para fazer estas amostragens pode ser tres ou quatro no início. A média destas quatro estações dará um valor representativo, como já foi dito.

2) Classificamos os valores em quatro níveis: a) Bom (até $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) b) Aceitável (80-240), c) Inadequado (240-375), d) Má (375-675).

3) Calcular: a) Altura de mistura, b) Vento de transporte, c) Taxa de Ventilação para todos os dias de amostragens. Tentativamente (baseado no sistema de classificação utilizado para a cidade de Washington), tomamos como valores representativos das condições a), b), c) e d) em 2) os seguintes valores de Altura de Mistura da tarde (AMT), Taxa de ventilação (TV) e Vento de transporte (VVT).

a) AMT > 1500 m

TV > $900 \text{ m}^2/\text{s}$

VVT > 6.0 m/s

Bom (até $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

AMM > 800 m

VVT > 6.0 m/s

(AMM - Altura de mistura de manhã)

b) AMT > 1500 m

TV > $6000 \text{ m}^2/\text{s}$ (6000-9000)

VVT > 4.0 m/s (4-6 m/s)

Aceitável (80 - 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

AMM > 500 m (500-800)

VVT > 4.0 (4-6 m/s)

c) AMT > 1500 m

TV > $4500 \text{ m}^2/\text{sec.}$ (4000-6000)

VVT > 2.5 m/s (2.5 - 4 m/s)

Inadequado (240 - 375)

AMM < 500 m (400-500)

VVT > 2.5 m/s (2.5 - 4)

| | | |
|-----------------------------|------------|----------------|
| d) AMT < 1500 m | | |
| TV < 4000 m ² /s | (0 - 4000) | |
| VVT < 2.5 m/s | | Má (375 - 675) |
| AMM < 400 m | (0 - 2.5) | |
| VVT < 2.5 m ² /s | | |

- 4) As condições meteorológicas nos dias em que as amostras foram recolhidas são classificadas como:
 - a) Anticiclônico
 - b) Ciclônico, Precipitação e ou ventos no alto (500 mb) > 25 KNOTS
- 5) As amostras são agora plotadas num gráfico, sendo um gráfico para cada uma das condições a), b), c) e d).
(figuras I e II)
- 6) Os números (estão entre parenteses do lado da abscissa e ordenada de cada gráfico) correspondem aos pesos dados para os parâmetros conforme capítulo C-30 do Manual de Operações do US Weather Bureau.
- 7) É importante frisar antes de concluir que a análise descrita acima é uma maneira de estudar o significado e relacionamento entre os parâmetros meteorológicos e da poluição. Evidentemente, há outras maneiras de conduzir a análise também.

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

A) (até 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

X - Valor da concentração do poluente plotado no ponto de intersecção do VVT e VT do mesmo dia.

X - Idem - para condições

a) Ciclônicas; b) Precipitação; ou ventos > 25 Km).

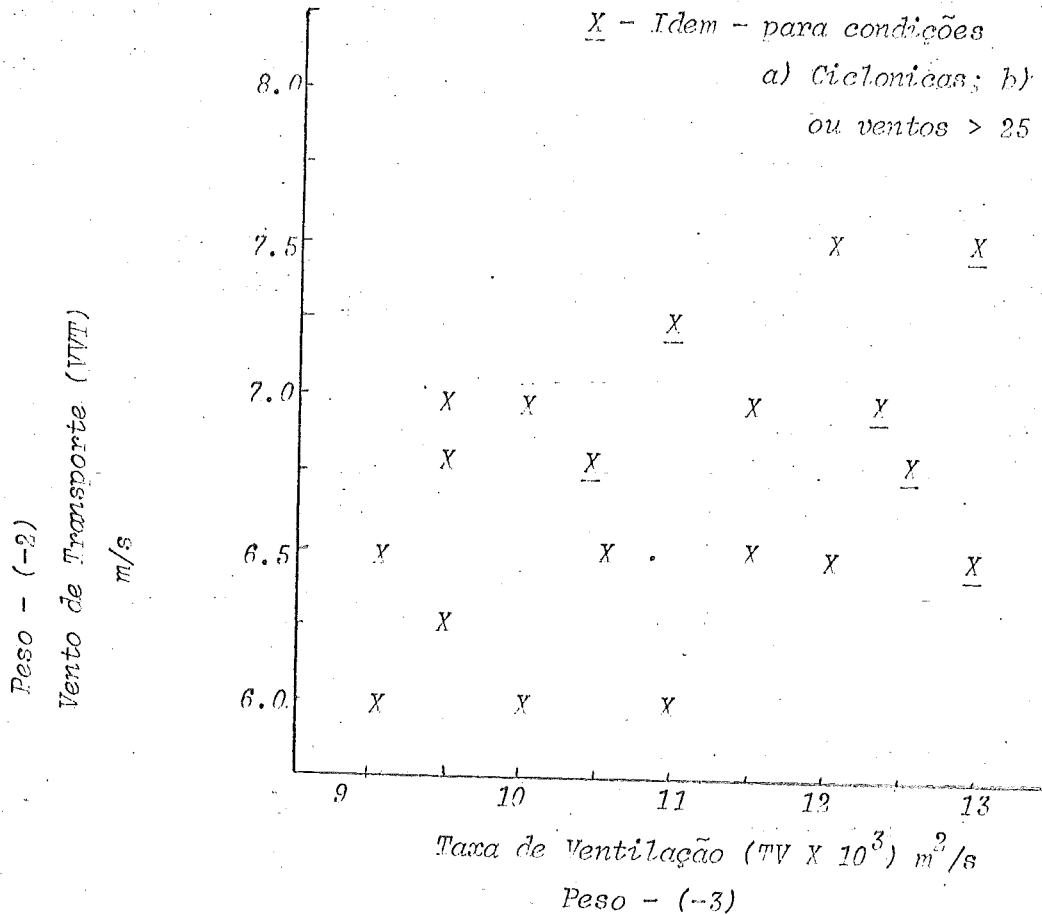


FIGURA I

Plotagem de concentração de poluentes em dias para qual os valores não excedem 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; correspondente as condições 2a. do Apêndice I. Estes valores são plotados na intersecção dos valores do VVT e TV medidas na tarde do mesmo dia. Os valores do VVT e VT na abscissa e ordenada do gráfico, são os correspondentes a seção 3a. Como foi mencionado na Apêndice, estes valores limites para cada grupo são tentativas e podem ser ajustados para encaixar melhor se for necessário.

d) (375 - 675 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

X - Valor da concentração plotada no ponto de intersecção de VVT e TV do mesmo dia.

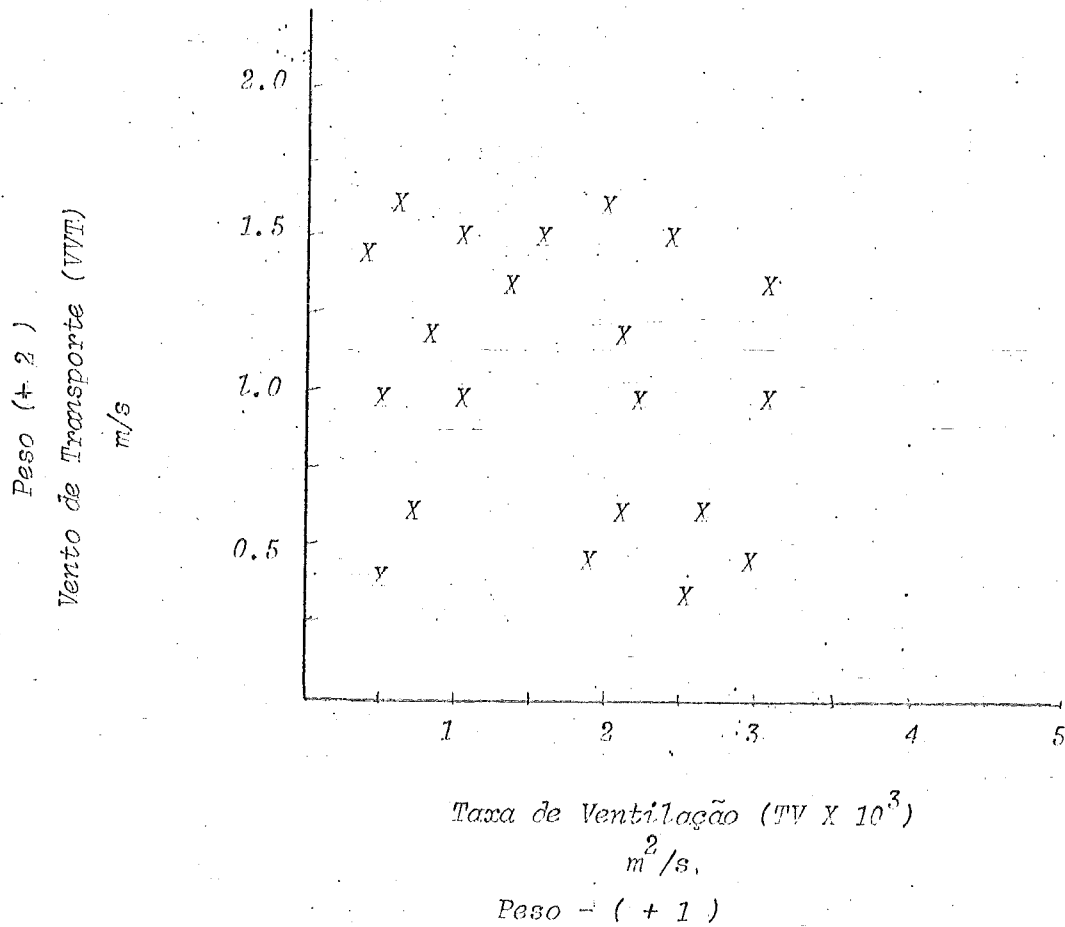


FIGURA II

Plotagem de concentração de poluentes em dias para qual os valores estão na faixa (375 - 675 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), correspondente as condições 2, 3, do Apêndice I. Os valores correspondentes de VVT e TV são do 3. d.

| PARAMETROS METEOROLÓGICOS | | | ONTEM DE MANHÃ (0) | ONTEM TARDE (0) | HOJE DE MANHÃ (0) | HOJE TARDE (P) | AMANHÃ TARDE (P) |
|--|-------------------------|----|--------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|
| PATIO-SONDA | | | | | | | |
| VENTO DE TRANSPORTE DA TARDE | > 6.0m/s | -2 | | | | | |
| | 4 - 6 m/s | -1 | | | | | |
| | 2,5-4m/s | +1 | | | | | |
| | < 2.5m/s | +2 | | | | | |
| ALTURA DE MISTURA DE MANHÃ (AMM) | > 800m | -2 | | | | | |
| | 500-800m | -1 | | | | | |
| | 400-500m | 0 | | | | | |
| | < 400m | +1 | | | | | |
| TAXA DE VENTILAÇÃO (TV) | > 9000m ² /s | -3 | | | | | |
| | 6000-9000 | -2 | | | | | |
| | 4000-6000 | 0 | | | | | |
| | < 4000 | +1 | | | | | |
| S O M A | | | X | X | X | X | X |

(0) - Observado

(P) - prognosticado

S - Superfície

(+) Favorável

(-) Não Favorável

F - Elevado

Classificação:

-5, -4 M. Bom

-3, -2 Bom

-1, 0 Aceitável

1, 2 Não adequado

3 Má


N.B.: A classificação final é baseada na soma algébrica dos parâmetros com pesos, com os parâmetros não ponderados fornecendo um ajuste subjetivo. É altamente recomendável também que no mínimo duas pessoas participem na análise e decisão.

15

| BIBLIOTECA | |
|-------------|-------------|
| DEVOLVER EM | DEVOLVER EM |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

| |
|---------------------|
| Data Aquis.: 3/9/91 |
| Indic.: |
| Categoria: |
| Preço: Cr\$ |
| Data Tomba: 3/9/91 |

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA
DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

| | | |
|---|----------|--------------|
|  | | |
| FICHA DE EMPRÉSTIMO I | | |
| 0401/C330e(RCET)/003334 | 13307 | |
| Esquema para a previsao das condicoes mete... | | |
| DATA | REGISTRO | EMPRESTADO A |

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 documento.