

XB
1/11/79

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA
AV. PROF. FREDERICO HERMANN JR., 845 CEP 06489 PINHEIROS
SAO PAULO - BRA IL

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE A
PERMANENCIA DO CONSULTOR NA DMT

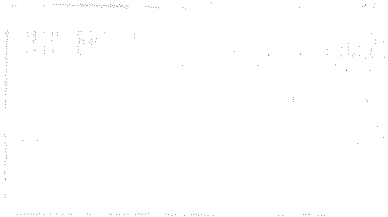
OUTUBRO/79

GEE-AR/DMT

Superintendência de Tecnologia do Ar
Diretoria de Tecnologia de Saneamen-
to ao Ar e de Controle de Fontes de
Poluição

B4
R13a(RCET)
002100

CLASS	
1 17	
AB	2100



Í N D I C ECETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

	Pag.
INTRODUÇÃO	03
1. ATIVIDADES DA DIVISÃO: SEUS OBJETIVOS E PRINCIPAIS DIFICULDADES - 08-10/10/79.....	04
2. CONSIDERAÇÕES DO CONSULTOR	05
2.1 Passos a serem adotados no desenvolvimento do Boletim.	05
3. COMENTÁRIOS SOBRE A METODOLOGIA ADOTADA	10
4. DEFINIÇÃO DO ÍNDICE DE POLUIÇÃO (IP)	10
4.1 Ordem de importância de cada parâmetro meteorológico..	11
5. ATRIBUIÇÃO DE PESSOAS À CADA VARIÁVEL	11
5.1 Vento de superfície	11
5.2 Altura da mistura	12
5.3 Taxa de ventilação	12
5.4 Situação sinótica	13
5.5 Estabilidade	14
6. DEFINIÇÃO NUMÉRICA DA FAIXA DE VARIAÇÃO DE PESOS	14
7. MÉTODO EMPÍRICO DE PROGNÓSE DOS PARÂMETROS METEOROLÓGICOS PARA PREVISÃO	19
7.1 Vento de superfície	19
7.2 Taxa de ventilação	20
7.3 Estabilidade	20
7.4 Altura da mistura	21
7.5 Situação sinótica	22
8. MODELO PILÓTO EMPÍRICO PARA PROGNOSTICAR O VENTO DE SUPERFÍCIE	22
9. ACOMPANHAMENTO DIÁRIO DA PREVISÃO (CONVENCIONAL)	24
10. INFORMAÇÕES SOBRE A INTERPRETAÇÃO DOS DADOS DO RADAR ACÚSTICO	25

10.1	Dados que podem ser obtidos no diagrama.....	25
10.2	Observações sobre a interpretação de fenômenos não rotineiros	27
10.3	Elaboração de tabela para interpretação dos dados do registro do Radar	28
10.3.1	Análise estatística da tabela (através da computação)	28
11.	COMENTÁRIO FINAL	29
11.1	Vento de superfície	29
11.2	Radar Acústico	30
11.3	Estabilidade atmosférica	30
11.4	Modelos de dispersão	31
11.5	Projeto da DMT	32
11.6	Seminário	32
11.7	Estudo sobre a influência da umidade relativa no SO ₂	33
11.8	Exercício sobre a previsão meteorológica visando resultados quantitativos	33

I N T R O D U Ç Ã O

O presente relatório contém as atividades desenvolvidas durante a permanência do Consultor Dr. D. Rai, quando se tratou dos mais diversos assuntos de interesse da DMT enfocando principalmente as necessidades básicas da previsão meteorológica, visando a sua otimização.

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA
AV. PROF. FREDERICO HERMANN JR., 345 CLF 00489 PINHEIROS
SÃO PAULO - BRASIL

1. ATIVIDADES DA DIVISÃO: SEUS OBJETIVOS E PRINCIPAIS
DIFICULDADES - 08-10/10/79.

As atividades da Divisão foram dirigidas para a previsão meteorológica, que compreendeu as seguintes fases:

a) Boletim Atual:

- sua composição
- previsão diagnóstica
- resultados quantitativos

b) Boletim a ser adotado:

- estudo tentativa
- parâmetros selecionados
- método de previsão objetivo
- previsão diagnóstica e prognóstica
- resultados quantitativos e qualitativos

c) Apresentou-se o índice de qualidade do ar (Dias Críticos)

- Indicador de variação da concentração com as variáveis meteorológicas.

Focalizou-se também os dados considerados e o método de coleta num período de três anos de 1976 até 1978. A partir daí descreveu-se sucintamente como foi desenvolvida a análise de cada parâmetro em relação a concentração e como foi atribuído o peso a cada variável. Em seguida apresentou-se o formato final do "Boletim a ser adotado" o qual foi dividido em três blocos:

a) Superfície - estado sinótico

b) Altitude - estado sinótico

c) Outros Parâmetros

Finalizando ressaltou-se o impasse criado no sistema que foi a Prognose de todas as variáveis meteorológicas do boletim. E

fechando o comentário sobre as atividades da DMT, apresentou-se todo material bibliográfico utilizado para a realização dos trabalhos.

2. CONSIDERAÇÕES DO CONSULTOR

O trabalho desenvolvido pela DMT é correto em sua essência, tanto no que se refere ao boletim atual como na idéia apresentada no desenvolvimento do futuro boletim.

Utilizando os formatos do boletim atual e o futuro, o Consultor selecionou algumas variáveis meteorológicas a fim de estabelecer o seu raciocínio inicial para orientação de suas idéias.

2.1 Passos a serem adotados no desenvolvimento do Boletim

Nesta fase foi estabelecido o seguinte raciocínio:

- a) Levantamento geral das variáveis meteorológicas a serem adotadas na previsão;
- b) Como prever essas variáveis.

O item (a) foi resumido da seguinte forma:

- a.1 - Vento de superfície
 - Velocidade e direção - manhã
 - tarde
- a.2 - Altura da Mistura - manhã
 - tarde
- a.3 - Estabilidade
- a.4 - Sistema sinótico de superfície
 - tipo do sistema
 - distância em relação a São Paulo
 - Gradiente

- Tendência de movimento
- Temperatura
- Umidade relativa

a.5 - Sistema sinótico de altitude

- Tipo
- Distância
- Gradiente
- Tendência de movimento
- Vento
- Núcleo quente ou frio
- Inclinação do eixo

a.6 - Inversões Térmicas - manhã
- tarde ou noite

a.7 - Precipitação

As variáveis acima levantadas representam o maior agrupamento que poderá ser considerado ou não no fechamento final do formato a ser adotado.

O item (b) compreende a maneira que será adotada de como prever-se essas variáveis. Admitindo uma certa importância dessas variáveis, foi adotado como a mais importante o vento de superfície e sequencialmente as demais variáveis.

b.1 - Vento de superfície

Para prognosticar-se o vento de superfície será adotado o "princípio da similaridade", isto é, associando-se o comportamento do vento com um determinado parâmetro que no caso foi escolhido a situação sinótica.

A escala de tempo adotada para análise compreenderá ao seguinte período:

2º Caso - Dados do Radiossonda

Neste caso se tomarã as alturas das 09 hrs. e 21 hrs. e a altura da mistura mãxima do dia, tirando-se a mēdia destes trēs valores e verificar o comportamento do estado sinótico em termos de esfriamento ou aquecimento.

Considerando outra vez o Radar Acústico, para ler-se os valores da altura da mistura, o diagrama do Radar sō será considerado valores atē 1000m. Para se prognosticar a altura da mistura, através do registro, considerar-se-ã o eco térmico mais forte (por exemplo 600m) e multiplicar-se-ã por 3: $600 \text{ m} \times 3 = 1800\text{m}$.

O valor de 1800m representa a altura mãxima da mistura. Este método é puramente empírico resultante de uma série de observações práticas.

b.3 - Estabilidade

Para o estabelecimento da estabilidade será utilizado como dado básico o Radar Acústico. A determinação deste parâmetro através do radiossonda deverá ser evitada uma vez que pode conduzir a resultados errôneos não condizentes com o comportamento atmosférico na baixa atmosfera.

Na determinação deste parâmetro há uma perda da objetividade, uma vez que não é possível obtê-lo tão claramente como os demais.

Nem sempre o registro do Radar vai proporcionar um delineamento das características da estabilidade e, quando isto não for possível, dever-se-ã atribuir maior importância a situação sinótica.

As condições de estabilidade será enfocada nos seguintes aspectos utilizando o Radar Acústico:

- a) Estável - forte
- fraco

b) Instável - forte
- fraco

c) Neutra - esta condição nem sempre é utilizada uma vez que é difícil de determiná-la e o período de ocorrência, em geral não ultrapassa a 1 hora.

A identificação das condições de estabilidade no diagrama do Radar estão associados ao seguinte:

- Estável

Forte - traço escuro

Fraca - traço mais leve

b.4 - Situação sinótica de superfície

A situação sinótica será função do acompanhamento diário das condições analisadas. Observar na carta de superfície os seguintes detalhes:

- O comportamento do sistema atual
- Possibilidades de deslocamento
- Intensidade - diminuindo
- aumentando
- Analisar a carta isalobárica (Δp) no que se refere a tendência do sistema
- Análise de altitude para se verificar a inclinação dos eixos dos centros de ação.

(*)

(*) Visualizam as condições de deslocamento do sistema.

3. COMENTÁRIOS SOBRE A METODOLOGIA ADOTADA - 16/10/79

Ao ler a bibliografia disponível, verificou que as informações contidas não apresentavam subsídios que poderiam ser adotados no programa a ser desenvolvido.

Normalmente as idéias nos trabalhos enfocam 2 problemas:

- 1) DADOS - eles possuem uma série histórica de dados suficientes para desenvolver qualquer estudo, o que não existe aqui em São Paulo. Possuem também computadores (IBM-3033) e recursos necessários para trabalhar em cima dos modelos numéricos.
- 2) ESCALA - a previsão liberada diariamente pelo NMC se refere para uma área dos EEUU extensa e as Agências de Poluição adaptam essa previsão considerando os efeitos locais de cada região.

Face ao exposto o que pretendo desenvolver para previsão são métodos empíricos e não existe possibilidade de retirar a subjetividade do que já existe. A tentativa de se quantificar as variáveis meteorológicas fica apenas para o bloco de "outros parâmetros". "Não há condição de se desenvolver outra idéia, por enquanto, considerando os recursos disponíveis.

4. DEFINIÇÃO DO ÍNDICE DE POLUIÇÃO (IP)

Como índice de poluição se entende o número resultante da soma tória de todos os pesos dos parâmetros meteorológicos lançados no Boletim. Este número oscila para mais (+) ou menos (-) segundo as condições meteorológicas sejam desfavoráveis ou favoráveis, conforme a tabela abaixo:

PESO	CONDIÇÕES
+ 10.0	Desfavoráveis
0.0	// // // // // // // // // //
- 10.0	Favoráveis

OBS.- O limite do número 10 foi adotado segundo a ordem de importância de cada parâmetro meteorológico com o seu respectivo peso conforme apresentamos a seguir.

4.1 Ordem de importância de cada parâmetro meteorológico

Antes de se atribuir o peso para cada parâmetro meteorológico foi considerada a escala de importância de cada parâmetro como se segue:

- Vento de superfície
- Taxa de ventilação (incluindo o vento médio da camada de mistura)
- Estabilidade
- Situação sinótica
- Altura da mistura média
- Inversões térmicas

5. ATRIBUIÇÃO DE PESO À CADA VARIÁVEL

5.1 Vento de superfície

O vento de superfície considerou-se a sua velocidade e direção, devido a influência da topografia local, e o peso para esta variável ficou da seguinte forma

TABELA 5.1 - Pesos atribuídos ao vento de superfície

VENTO	FAIXA DE VARIAÇÃO	PESO
Direção	SSE a NNW	+ 1.0 (sim)
	Outras	0.0 (não)
Velocidade	< 1.0 m/s	+ 2.0
	1 - 3.0 m/s	+ 1.0
	3 - 5.0 m/s	- 1.0
	> 5.0 m/s	- 2.0

5.2 Altura da mistura média

A altura da mistura aqui considerada é resultante das alturas da manhã máxima e, a noite. Os limites de importância da altura de mistura sobre a concentração varia no máximo até os 1000 metros, a partir desse nível não tem mais sentido físico considerá-la. A fragmentação da altura da mistura com o objetivo de se atribuir pesos é apresentado na tabela abaixo:

TABELA 5.2 - Pesos atribuídos a altura da mistura média

ALTURA DA MISTURA FAIXA DE VARIÇÃO (M)	PESO
AM < 500	+ 2.0
500 < AM < 750	+ 1.0
750 < AM < 1000	0.0
AM > 1000	- 1.0

5.3 Taxa de ventilação

Para a taxa de ventilação considerou-se os limites máximos e mínimos da altura da mistura e conseqüentemente os valores do vento (de superfície) e a partir daí se atribuiu os pesos:

TABELA 5.3 - Pesos atribuídos a taxa de ventilação

TAXA DE VENTILAÇÃO FAIXA DE VARIÇÃO (M ² /S)	PESO
TV > 5000	- 2.0
4000 < TV < 5000	- 1.0
3000 < TV < 4000	0.0
2000 < TV < 3000	+ 1.0
TV < 2000	+ 2.0

OBS.- Para a obtenção do vento médio da camada de mistura média utiliza-se os dados desde a superfície até o nível de 700 mb, através da carta de seção vertical local (Time Height Section) e do radiossonda.

5.4 Situação sinótica

A situação sinótica ficou definida como a presença ou penetração de centros de ação na região da GSP e ficou dividido em três partes:

- Anticiclone
- Baixa Pressão
- Frente

A partir destas informações atribuiu-se pesos a cada condição, conforme a tabela abaixo:

TABELA 5.4 - Condição sinótica e o seu respectivo peso

SITUAÇÃO SINÓTICA	CONDIÇÃO	PESO
Anticiclone	Estacionário	+ 2.0
	Saindo	+ 1.0
	Chegando	0.0
Baixa pressão	Sobre a GSP	- 1.0
	Aproximando	+ 1.0
Frente	Aproximando	+ 1.0
	Sobre a GSP	- 1.0

(*) OBS.- Estes pesos são baseados nos casos associados com os dias críticos, verificados nos estudos retrospectivos referentes aos anos 1976 até 1978 realizados na DMT.

5.5 Estabilidade

Para determinação da estabilidade será considerada a camada da superfície até o nível de 700 mb. No que se refere aos pesos a estabilidade ficou dividida conforme mostra a tabela abaixo:

TABELA 5.5 - Pesos atribuídos à estabilidade

ESTABILIDADE	PESO
Altamente Estável	+ 2.0
Estável	+ 1.0
Instável	- 1.0
Altamente Instável	- 2.0

6. DEFINIÇÃO NUMÉRICA DA FAIXA DE VARIAÇÃO DOS PESOS

Após a determinação do peso de cada parâmetro segundo o seu grau de variação, será feita diversas combinações de somatória a fim de que se estabeleça a faixa limite da condição meteorológica.

Admitindo inicialmente uma variação proporcional de todos parâmetros definiremos as duas condições iniciais favoráveis e desfavoráveis reunindo todos os parâmetros já selecionados anteriormente:

1º CASO - Condições DESFAVORÁVEIS

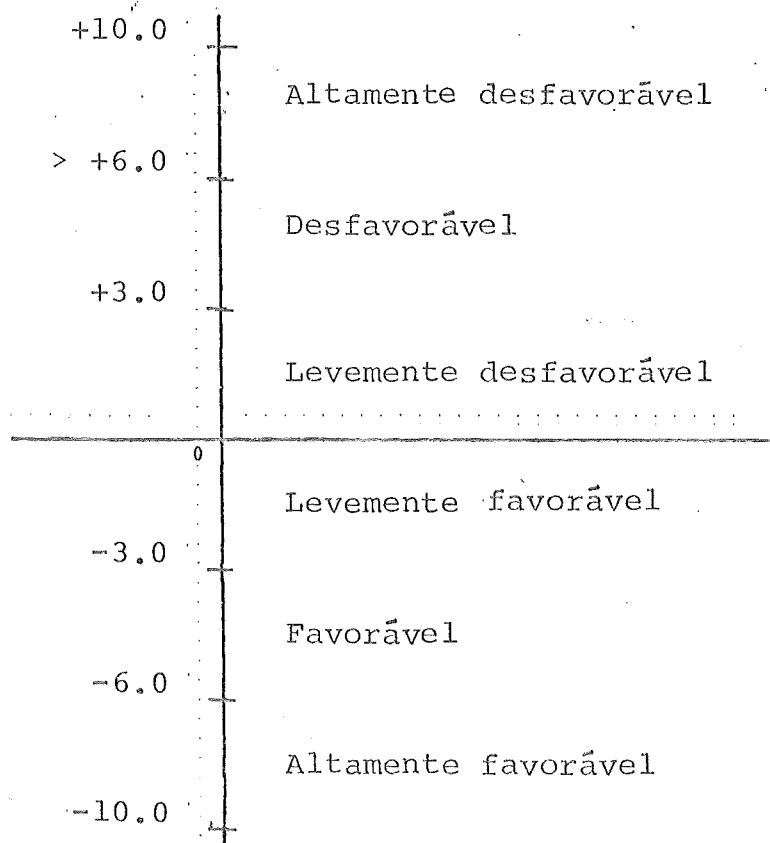
PARÂMETRO	PESO
Vento de Superfície	+ 2.0
Taxa de Ventilação	+ 2.0
Altura de Mistura Média	+ 2.0
Situação Sinótica	+ 2.0
Estabilidade	+ 2.0
T O T A L	+ 10.0

2º CASO - Condições FAVORÁVEIS

PARÂMETRO	PESO
Vento de Superfície	- 2.0
Taxa de Ventilação	- 2.0
Altura de Mistura Média	- 1.0
Situação Sinótica	- 1.0
Estabilidade	- 2.0
T O T A L	- 8.0

Ficou definido que a pior condição seria no máximo até + 10.0 e a melhor condição até - 8.0.

Para estabelecer as condições intermediárias utilizou-se uma escala de variação :



Resumindo as faixas finais de variação as condições seriam como se segue:

CASO DESFAVORÁVEL

$0.0 < PI < + 3.0$	Lev. desfavorável
$+3.0 \leq PI < + 6.0$	Desfavorável
$PI \leq + 6.0$	Altamente desfavorável

CASO FAVORÁVEL

$-3.0 < PI < 0.0$	Lev. favorável
$-6.0 < PI < - 3.0$	Favorável
$PI \leq - 6.0$	Altamente favorável

A fim de se ter uma idéia geral do agrupamento de todas as variáveis com seus respectivos pesos e os resultados das condições para previsão segundo a somatória final resumiu-se toda análise na tabela 6.

TABELA 6 - Parâmetros utilizados para previsão da qualidade do ar.

Pesos atribuídos a cada parâmetro.

PARÂMETROS METEOROLÓGICOS	FAIXA DE VARIÇÃO	PESOS	PREVISÃO	
Vento (SFC)	≤ 1 m/seg	2		
	1 < IP ≤ 3 m/seg	1		
	3 < IP ≤ 5 m/seg	-1		
	> 5 m/seg	-2		
	Dir.	IP - SSE a NNW	1	
		IP - outras	0.0	
Altura da Mistura	< 500 m	2		
	500 < IP < 750 m	1		
	750 < IP < 1000 m	0		
	> 1000 m	-1		
Taxa de Ventilação	> 5000 m ² /seg.	-2		
	4000 < IP < 5000 m ² /seg.	-1		
	3000 < IP < 4000 m ² /seg.	0		
	2000 < IP < 3000 m ² /seg.	1		
	< 2000 m ² /seg.	2		
Situação Sinótica	Antic. estacionário	+2		
	Antic. mov. chegando	+1 ou 0		
	Antic. mov. saindo	0 ou +1		
	Baixa pressão	em São Paulo	-1	
		cheg. em S. Paulo	+1	
	Frente	em São Paulo	-1	
cheg. em S. Paulo		+1		
Estabilidade	Altamente estável	+2		
	estável	+1		
	instável	-1		
	Altamente instável	-2		
SOMATÓRIO DOS PESOS				

ÍNDICE DE POLUIÇÃO

Condição final para a previsão

Altamente desfavorável	≥ 6
desfavorável	$3 \leq IP < 6$
Levemente desfavorável	$0 \leq IP < 3$
Levemente favorável	$-3 \leq IP < 0$
favorável	$-6 \leq IP < -3$
Altamente favorável	< -6

7. MÉTODO EMPÍRICO DE PROGNOSE DOS PARÂMETROS METEOROLÓGICOS PARA PREVISÃO

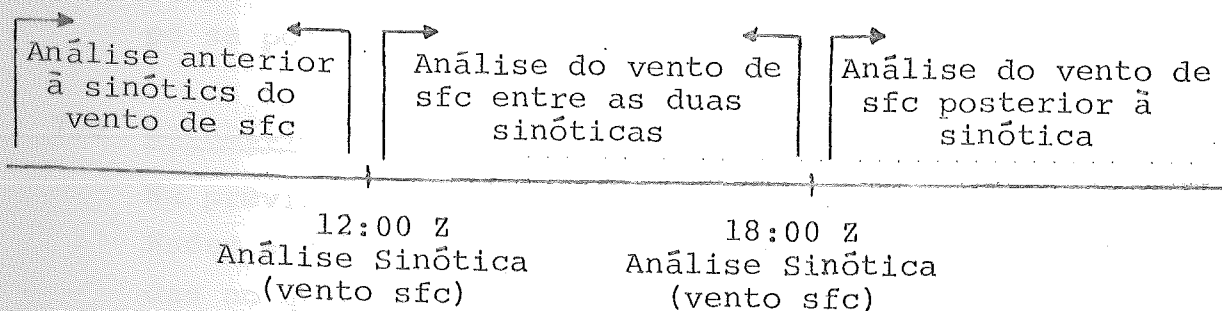
Nesta etapa será discutido e elaborado alguns modelos pilotos para elaboração de prognose dos parâmetros meteorológicos para previsão. Considerando a ordem de importância das variáveis selecionadas iniciaremos com o vento de superfície. Será esquematizado a seguir métodos de trabalhos que serão testados a posteriori através de um exercício prático.

7.1 Vento de superfície (dados disponíveis)

Os dados usados sobre o comportamento do vento de superfície em São Paulo serão inicialmente os medidos no Aeroporto no mesmo horário do dado obtido através do Teletipo, isto é, 12:00 Z e 18:00 Z. O período amostrado será o de uma semana de dados referentes às quatro estações do ano. Será montada uma tabela composta do estado sinótico e vento de superfície numa sequência de análise de três dias:

- 1 - Ontem como será amanhã
- 2 - Hoje o vento de superfície

Embora se analise o próprio vento contido na carta de superfície nos períodos das 12:00 Z e 18:00 Z, deverá se entender a análise para antes das 12:00 Z e entre 12:00 Z e 18:00 Z, e depois das 18:00 Z.



DADOS DA REDE TELEMÉTRICA

A utilização destes dados será para complementar o estudo anterior e cujo objetivo é verificar como mudou o vento local em função ao estado sinótico.

Com os dados da Rede deverá se verificar, também se o vento do Aeroporto é representativo para toda área da Grande São Paulo. Se não for, no caso tentar-se-á estabelecer um valor médio tanto para a direção como para a velocidade, tendo-se em mente que a velocidade é mais importante do que a direção.

CONTINUIDADE PARA O FUTURO

Após um ano de dados da Rede Telemétrica deverá se incluir como rotina no quadro geral da análise sinótica com o fim de prognose.

7.2 Taxa de ventilação

Existe dois fatores a considerar na prognose da taxa de ventilação:

- Prognose da altura da mistura (discutido)
- Vento médio da camada de mistura

Para se prognosticar o vento médio da camada deve-se utilizar mapas de 750 mb e de superfície e a carta THCS (Time Height Cross Section). Nestes mapas se fará um acompanhamento diário a fim de se verificar a tendência do vento para o outro dia. A carta de seção vertical com o tempo se possível estender-se-á para Curitiba.

7.3 Estabilidade

Na previsão será utilizada duas possibilidades; o uso do Radar e do Radiossonda. As duas situações são apresentadas no quadro abaixo:

EQUIPAMENTO	OBSERVAÇÃO (HR.)	PERÍODO OBSERVADO	VALOR MÉDIO
Radar	00:00 às 24:00 Escala vertical até 1000m	manhã noite	Extrapolação para a tarde, quan do AM > 1000m
Radiossonda	09:00 e 21:00 Escala horizontal até 80 km Vertical 700 mb	manhã noite	Extrapolação para a tarde
Radar	00:00 às 24:00	manhã	Extrapolação
Radiossonda	09:00 e 21:00	noite	para a tarde

7.4 Altura da mistura

O método empírico para prognosticar a altura da mistura média atualmente através da radiossonda, ficou estabelecido o seguinte:

- a) Altura da base da inversão mais baixa das 21:00 hrs. do dia anterior;
- b) Altura máxima da mistura do dia anterior;
- c) Altura da base da inversão mais baixa das 9:00 hrs. do dia; e
- d) Altura máxima da mistura do dia.

A altura da mistura prevista será a média dos valores obtidos acima + um valor mínimo de acordo com a tendência da altura da mistura de decrescer ou crescer.

Os ventos médios da camada da mistura, serão os obtidos correspondentes a cada item acima e em seguida obter-se-á um vento médio dos valores médios.

Nos casos em que a base da inversão térmica estiver na superfície tornar-se-á como altura da mistura o topo da camada da inversão.

7.5 Situação sinótica

Utiliza-se todas as cartas disponíveis para análise e preparação do prognóstico. Será incrementada, também em cartas de seção vertical tanto com o tempo como ao longo de X (distância).

8. MODELO PILÓTO EMPÍRICO PARA PROGNOTICAR O VENTO DE SUPERFÍCIE

1º CASO - Sinótico:








O modelo pilôto para o vento de superfície, teve um caráter prático a fim de testar as idéias já expostas e contou com uma quantidade de dados bastante reduzida. A idéia básica foi de verificar como se comporta o vento de superfície (medido em Congonhas) na Grande São Paulo, em função das mudanças do estado sinótico. Os trabalhos foram desenvolvidos da seguinte forma:

- a) Seleção de períodos de cinco dias de um mês típico, correspondente aos meses de março, maio, junho e agosto;
- b) Coletou-se dados de frentes, anticiclones e baixa pressão (posição e distância), temperatura máxima, mínima e média, vento de superfície durante o período de 24:00 hrs. para cada dia do mês selecionado.

O total de dias analisados foram 19 e para exemplo ilustrativo apresenta-se um dia na tabela 8.

Após analisar-se as diversas situações configuradas nas tabelas, verificou-se que devido a uma série de influências de fatores desconhecidos em diversas escalas não será possível utilizar-se este modelo para prognosticar o vento de superfície.

TABELA 8 - Análise sinótica comparativa com o vento de superfície, de um dia típico.

D A T A		05/03/1979						
Descrição Sinótica		Anticiclone subtropical marítimo a sudeste (SE) e 800 km distância de São Paulo						
Temperatura		Máxima	26,	3°C				
		Mínima	18,	0°C				
		Média	20,	9°C				
V E N T O	Direção							
		ESE	E	E	E	ESE	ESE	E
	Vel. (m/seg.)	4.0	3.0	2.0	3.0	7.0	4.0	4.0
H O R A		0	4	8	12	16	20	24

2º CASO - Vento de altitude:

Neste caso tentou-se utilizar-se a ferramenta estatística calcada numa correlação entre as direções do vento de superfície e as do vento de altitude. Para isto obteve-se um mês de dados e a idéia básica foi a seguinte:

- Vento de altitude (850, 700 mb) do dia anterior.
- Vento de superfície do dia.

A partir destes dados (total de 30 dias/junho) montou-se dois diagramas de espalhamento:

1. Vento de superfície X Vento de 850 mb
2. Vento de superfície X Vento de 700 mb

Os resultados obtidos nos gráficos apresentou um grau de espalhamento bastante elevado sendo impossível tirar-se qualquer conclusão.

Após a tentativa destes dois métodos, para se prognosticar o vento de superfície, verificou-se que face a ausência de uma série histórica de dados maior não ser possível de imediato, desenvolver-se qualquer modelo piloto para prever-se o vento de superfície. Consequentemente os demais parâmetros ficaram na dependência da condição anterior.

9. ACOMPANHAMENTO DIÁRIO DA PREVISÃO (CONVENCIONAL)

Foi proposto a análise sinótica diária dos dados da previsão a fim de se testar o boletim proposto pelo Consultor utilizando-se todos os dados disponíveis possíveis, como por exemplo:

- a) Cartas de superfície e altitude;
- b) Radiossonda;
- c) Cartas de seção transversal;
- d) Carta ΔP (isalobárica);
- e) Foto de satélite;
- f) Análise local.

A previsão será feita e comparada no dia seguinte a fim de aferir os resultados, e a prognose para o outro dia não será calcada em nenhuma modelo empírico ou numérico seguirá o caráter normal do que normalmente faz rotineiramente.

Quando o sistema sera coberto, a verificação deve ser feita considerando as observações do SO₂ e partículas.

10. INFORMAÇÕES SOBRE A INTERPRETAÇÃO DOS DADOS DO RADAR ACÚSTICO

Na interpretação do diagrama do Radar é importante distinguir-se inicialmente as informações a serem extraídas e as interferências do meio. Quanto as interferências em geral são ocasionadas por:

- Vento muito forte (pode gerar vibração sonora na parte superior do Shield, com ventos a partir de 20 nós; ventos acima de 40 nós o registro será totalmente escurecido.
- Chuvas muito forte provoca uma linha bem escura durante o período de precipitação.
- Avião - aparece no registro apenas uma linha contínua vertical.
- Pássaros e insetos registram pontos esparsos no diagrama.
- Ruído ambientais - surgem na parte inferior do diagrama devido a influência dos lóbulos laterais.
- Diferença entre os pulsos transmitidos e recebidos, a parece uma faixa branca contínua na parte inferior do diagrama.

10.1 Dados que podem ser obtidos no diagrama

As informações básicas que são registradas no diagrama são:

- a) Altura da mistura
- b) Estabilidade
- c) Grau de turbulência

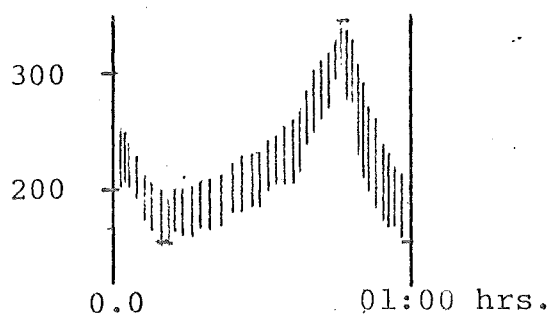
Como observar os parâmetros acima:

- a) Altura da Camada da Mistura (AM)

A AM é sempre o topo da camada estável se a base da camada estiver no solo. Entretanto se a base da cama-

da estável estiver elevada a AM será a base desta camada.

O registro no diagrama dos dados são em intervalos de 01:00 hora e a leitura considerada será a média aritmética desse intervalo.



$$AM (1 h) = \frac{200+180+320}{3} \approx 300 \text{ m}$$

A sensibilidade do aparelho é de 10m, mas utiliza-se a leitura de 20 em 20 m.

b) Estabilidade

A estabilidade é dividida em três condições:

Estável
Neutra
Instável

A estrutura vertical dos ecos está associado com atmosfera INSTÁVEL.

A estrutura horizontal está associada com a atmosfera ESTÁVEL.

O caso NEUTRO, representa uma condição de transição de ESTÁVEL para INSTÁVEL e o intervalo (curto) desta transição não é muito fácil de detectar.

b) Grau de turbulência

Na leitura do grau de turbulência adota-se uma classificação de três estágios de acordo com a espessura da

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

camada e o maior ou menor escurecimento da mesma, então dar-se os seguinte números:

1. turbulência Fraca
2. " Moderada
3. " Forte

10.2 Observações sobre a interpretação de fenômenos não rotineiros

Além dos registros diários normais que o Radar pode proporcionar, é possível detectar outras informações de ocorrências aleatórias.

a) Fenômenos de brisa marítima

Para o Radar registrar a ocorrência da brisa é necessário a imposição de algumas condições:

- um equipamento próximo da costa.
- outro equipamento no interior do continente, mas não muito distante do primeiro (aproximadamente 10 Km de distância)
- para identificação do fenômeno é necessário céu claro com anticiclone dominando na área.

O que define a mudança do sentido da brisa é uma variação brusca na camada estável.

A sensibilidade do nosso Radar é pequena para medir a influência da brisa na região da Grande São Paulo.

b) Nevoeiro

O Radar registra apenas o limite que define o topo da camada de nevoeiro.

c) Passagem frontal

O registro apresenta:

- Ecos térmicos fortes
- Queda da AM (bruscamente)
- Elevação rápida da base da camada estável

10.3 Elaboração de tabela para interpretação dos dados do registro do Radar

A tabela para agrupar todas as informações discutidas anteriormente possui uma disposição dinâmica a fim de facilitar a interpretação dos dados. O formato da tabela é mostrado abaixo:

DIA	HR. PARÂMETRO	01:00			02:00			24:00		
		AM	EST	TUR						
1		32	S	1						
2										
31										

Fenômenos Especiais:

Camada Elevada - data/hora - Base e Topo da Camada
 Plumas (écos) - data/hora - Base e Topo da Camada
 Brisa Marítima - data/hora - Base e Topo da Camada

OBSERVAÇÕES DA TABELA:

- a) AM - altura da mistura
- b) EST - estabilidade
- c) TUR - turbulência
- d) 32 - significa 320 m, porque o registro na tabela é em unidade de 10
- e) S - estável; U - instável
- f) 1 - grau de turbulência fraca

10.3.1 Análise estatística da tabela (através da computação)

Análise será desenvolvida através da distribuição

da frequência de cada parâmetro e os resultados serão apresentados em frequência relativa.

11. COMENTÁRIO FINAL

11.1 Vento de superfície

O vento de superfície local deverá ser estudado utilizando-se os dados medidos pelo sistema telemétrico a fim de se conhecer o comportamento dos fenômenos de transporte e velocidade sobre a GSP, em relação a topografia, visando sua aplicação na previsão local.

Comparar os dados do vento de superfície medidos pelo sistema telemétrico e os obtidos da estação meteorológica do Aeroporto de Congonhas a fim de se verificar a representatividade do vento médio medido nesta estação para a GSP. Verificar se a influência das direções de ventos NNW e SSE na qualidade do ar é devido a distribuição das fontes ou aos efeitos de canalização induzida pela topografia.

Desenvolver estudos observacionais do vento de superfície utilizando-se a teoria da similaridade para examinar a interação entre os escoamentos provocados pela escala sinótica e os seus efeitos sobre a escala local. Para o acompanhamento diário deste estudo deverá ser elaborada uma tabela dinâmica que agrupe o maior número de informações possíveis tomando como base para informações principais o seguinte:

- a) Situação Sinótica;
- b) Vento de superfície do Aeroporto;
- c) Vento de superfície da Rede Telemétrica.

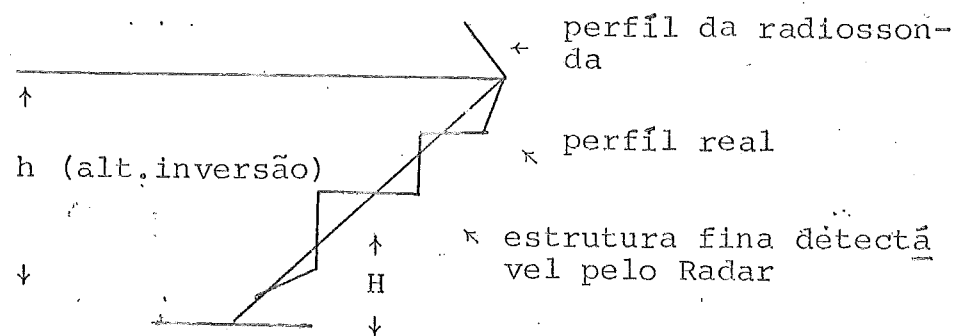
O objetivo deste estudo será estabelecer um método empírico de prognosticar vento de superfície.

Considerando o estágio atual dos estudos internos a serem desenvolvidos pela DMT, ainda não é possível de

envolver-se qualquer espécie de modelo numérico para se prognosticar o vento de superfície e os demais parâmetros meteorológicos para previsão.

11.2 Radar Acústico

Os dados obtidos através do diagrama do radar deverão ser comparados com os obtidos pelo radiossonda, uma vez que o perfil de temperatura da radiossonda não permite se observar a estrutura fina do perfil que tem efeito secundário sobre a qualidade do ar e que só é detectável no registro contínuo da inversão através do Radar Acústico. A ideia física da estrutura fina no perfil é mostrada abaixo:



11.3 Estabilidade atmosférica

A estabilidade atmosférica varia de local para local, portanto a tentativa de se desenvolver um estudo médio de estabilidade que represente toda região da Grande São Paulo, a longo prazo, não é válida porque o objetivo é de aplicação prática destes resultados em modelos de dispersão.

A utilização do "Programa STAR" (STability ARrow) para determinação da estabilidade atmosférica a partir dos dados de superfície (nebulosidade, vento de superfície, radiação solar, temperatura etc.) não vale a pena usá-lo pois as aproximações feitas no programa despreza as

influências locais e verticais sobre a estabilidade, portanto mascarando os resultados reais esperados.

Recentemente foi desenvolvido pela EPA um programa de computação RAM (Regional Area Model) que determina as diversas categorias de estabilidade considerando as interferências locais, logo é mais aconselhável utilizá-lo para os nossos objetivos do que o "STAR PROGRAM".

A determinação da estabilidade atmosférica a partir da flutuação da componente horizontal do vento de superfície fisicamente não tem muito sentido, uma vez que apenas a flutuação da direção da componente vertical está mais associada com as características da estabilidade atmosférica.

Logo a estabilidade atmosférica está diretamente associada com os efeitos locais e é perfeitamente possível haver mudanças na estrutura vertical da mesma.

11.4 Modelos de dispersão

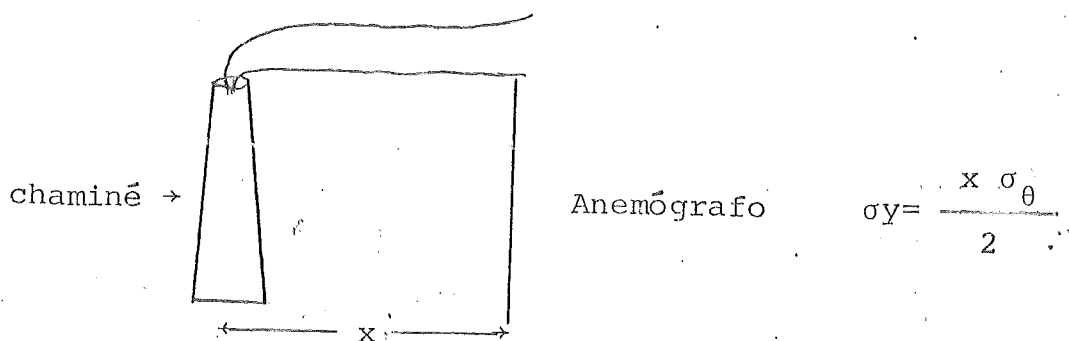
Na utilização de modelos matemáticos para dispersão devem ser feitas modificações visando as influências locais na região de aplicação. O sucesso obtido no uso de um determinado modelo em certo local pode não servir para outra região pois cada região possui por definição suas características próprias.

Quanto ao problema de "Average Time", as diversas aproximações para a aplicação do modelo em médias de 24:00 horas (pois a faixa de validade dos modelos variam de 10 a 90 minutos) não parecem ser muito lógicas de acordo com o que ocorre na prática. Uma solução que se poderia tentar seria fazer-se cálculos de concentrações máximas para médias de 1:00 hora até completar-se um ciclo de 24:00 horas e em seguida tirar a média do período obtendo-se assim a concentração média máxima para o período de 24:00 horas. Este cálculo seria válido para fonte pontual e levando-se em conta a concentração

Background da região de aplicação do modelo.

Com relação a utilização dos sigmas (σ) desenvolvidos por Pasquill para aplicar-se nos modelos matemáticos não devem ser tomados de uso universal uma vez que o sistema atmosférico é dinâmico variando de local para local e não permite a uniformização genérica do sistema quando encarado do ponto de vista real.

É possível desenvolver-se estudos isolados para determinação dos sigmas, principalmente o σ_y , utilizando-se uma fonte isolada com um amostrador numa certa distância e um anemógrafo a fim de se medir os diversos valores para sigma (y).



11.5 Projetos da DMT

Com relação a elaboração do estudo campo dos ventos do PJ. 14.1 (Estudo das variáveis meteorológicas em torno das estações automáticas) todos os cálculos deverão ser realizados através do uso do computador devido a grande quantidade de dados envolvidos nos estudos a serem realizados.

11.6 Seminário

Foi apresentado um seminário sobre o tema "Uso e Técnicas do Radar Acústico".

11.7 Estudo sobre a influência da umidade relativa no SO₂

A DMT realizou um estudo de um mês (período de três anos) de dados entre a umidade relativa e o SO₂, os resultados deste estudo não apresentaram nenhuma relação. O Dr. Rai teceu um breve comentário sobre este estudo cuja sua opinião é que do ponto de vista físico não existe nenhuma relação entre essas duas substâncias, e sob o ponto de vista químico a relação é bastante complexa para se tirar de imediato qualquer conclusão; uma vez que para que ocorra a reação química entre essas duas substâncias é necessário a presença de um aerosol intermediário a fim de iniciar a reação.

A justificativa mais provável para o desaparecimento ou a presença de qualquer poluente está mais ligada às influências dinâmicas da atmosfera.

11.8 Exercício sobre a previsão meteorológica visando resultados quantitativos

No item 8 do presente relatório foi apresentada a proposta de implantação de um boletim para previsão meteorológica quantitativa para poluição e executou-se uma semana de exercícios sobre o uso do citado boletim em paralelo com o boletim atual de rotina utilizado na DMT.

CONSULTOR: Dr. Dhármbir Rai

DR
11/11/79

Data Anis:	19/8/91
Indic:	
Livrada	
Preço: Cr\$	
Data Tamba:	19/8/91

