CETESB

DIVISÃO DE MODELOS E INTERPRETAÇÃO DE DADOS

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA
AV. PROF. FREDERICO HERMANN JR., 345 CEP 05459 - PINHEIROS
SÃO PAULO - BRASIL

PROJETO 27/76

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AMOSTRADORES DE POEIRA

ARQUIVO TECNICO

São Paulo, Janeiro de 1 977

Eduardo A. Licco
Chefe D.M.I.

8300
L616e(RCET)
007842

CETESB

13209
007842

8300
L616e(RCET)
007842

7842

CETESB

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

O objetivo original deste estudo é o de comparar por meio de um certo número de determinações concomitantes, os valores de concentrações de poeira em suspensão, obtidos por diferentes métodos, em um dado local. Os equipamentos de avaliação inicialmente propostos para este fim foram:

- Hi Vol
- OPS/OMS
- OPS/OMS modificado
- Precipitador eletrostático
- Filtro membrana
- Impinger
- Ciclone-filtro
- Elutriador

Embora existam todos estes métodos para se medir particulados no ar, tem sido, de alguma forma, pratica rotineira a medição destes poluentes por dois processos básicos. Um destes é o processo gravimétrico e o outro é o processo optico, relacionado com a medição da densidade optica de um depósito filtrado.

O sistema gravimétrico requer a coleta dos particulados em filtros, geralmente de 4 in. de diâmetro ou com dimensões 8 X 10 in., feita através da amostragem de grandes volumes de ar. Este método é conhecido como do Hi-Vol e seus resultados, são expressos em $\mu g/m^3$ de ar. É o método sugerido como padrão pela legislação estadual vigente.

O sistema optico se baseia na passagem de uma certa quantidade de ar contaminado por um filtro, o qual, por transmitancia ou reflectancia de luz, é avaliado e o resultado comparado a uma curva padrão a partir da qual então, se deduz a concentração de poeira no ar.

Durante o desenvolvimento deste estudo enfrentou-se uma série de dificuldades no sentido de se ativar todos os equipamentos propostos e principalmente, no caso do elutriador, de se projetar e construir tal aparelho.

Desta forma, embora não diretamente meta final deste projeto, trabalhou-se apenas com dois tipos de metodologias amostradoras e se tentou determinar como suas leituras se correlacionavam.

As duas metodologias escolhidas foram: Hi-Vol, tido como a variável independente e a OPS/OMS tida como a variável dependente.

Básicamente, este estudo se preocupou em determinar como e quanto as leituras obtidas de poeira em suspensão pelo método gravimétrico e pelo método optico se correlacionavam.

Para tanto, foram coletadas amostras simultâneas pelos dois métodos em vários locais na Grande São Paulo e trabalhadas estatísticamente.

LOCAL	PERÍODO DE COLETA	Nº DE AMOSTRAS
Tatuapé	Julho/75	19
A. Capuava	Jan, Fev/75	23
Moema	Jun, Jul/73	24
P. Republica	Ago/74	28
Osasco	Jan, Fev/76	35
Capuava	Out, Nov e Dez/74 Jan/75	41
V. Anastacio	Nov, Dez/75 Jan/76	43
C. Cesar	Jan, Fev e Mar/75	47
C. Eliseos	Mar, Abr/75	56
S. C. Sul	Set, Out/73	59
Aclimação	Jan a Out/73	268

Tabela - I - Locais de Amostragem

O estudo estatístico baseou-se na determinação da geometria da curva de ajuste dos pontos Hi-Vol versus OPS/OMS, no coeficiente de determinação desta curva e nos parâmetros que a caracterizavam.

CETESB

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

Estes valores são apresentados a seguir nos quadros de análise de regressão, constantes do estudo da ajustagem dos pontos às diferentes curvas.

Ajustagem dos Pontos às Curvas.

No mundo da realidade, ao se investigar a relação entre duas variáveis, um passo inicial razoavel é a realização de observações experimentais do sistema, a fim de reunir parelhas de dados referentes às variáveis em estudo.

Em seguida, o investigador deverá propor uma formulação matemática que melhor descreva a relação entre aquelas variáveis. A primeira hipótese provavelmente residirá na linearidade. Para este caso a equação que melhor descreveria o fenômeno seria:

$y = a + bx$ → onde a e b são constantes.

Acontece contudo que nem todas as regressões se ajustam perfeitamente a retas. Algumas coadunam-se melhor com curvas do tipo exponencial, outras com curvas logarítmica e outras ainda com curvas potenciais.

Para estes tres ultimos tipos de ajustagens as formulações matemáticas de maior significancia são respectivamente:

$y = a \exp(bx)$ com $a > 0$

$y = a + b(\ln x)$ com $x > 0$

$y = ax^b$ com $a > 0$

O índice de melhor ou pior ajuste dos pontos a uma determinada geometria de curva é o COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO r^2. Este valor é encontrado no intervalo de 0 a 1 e quanto mais proximo do valor unitário ele for, melhor é o ajustamento dos pontos à curva escolhida.

Equações Utilizadas nas Regressões

Regressão Linear $y = a + bx$

$$a = \frac{\Sigma xy - \frac{\Sigma x \Sigma y}{n}}{\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n}}$$

$$b = \bar{y} - a\,\bar{x} \qquad \text{onde} \quad \bar{y} = \frac{\Sigma y}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$$

$$r^2 = \frac{\Sigma xy - \frac{\Sigma x \Sigma y}{n}}{\left(\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n}\right)\left(\Sigma y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{n}\right)}$$

Ajustagem com Curva Exponencial

$$y = a \exp(bx)$$

$$b = \frac{\Sigma x_i \ln y_i - \frac{1}{n}(\Sigma x_i)(\Sigma \ln y_i)}{\Sigma x_i^2 - \frac{1}{n}(\Sigma x_i)^2}$$

$$a = \exp \frac{\Sigma \ln y_i}{n} - b \frac{\Sigma x_i}{n}$$

$$r^2 = \frac{\Sigma x_i \ln y_i - \frac{1}{n}\Sigma x_i \Sigma \ln y_i}{\left(\Sigma x_i^2 - \frac{(\Sigma x_i)^2}{n}\right)\left(\Sigma (\ln y_i)^2 - \frac{(\Sigma \ln y_i)^2}{n}\right)}$$

Ajustagem com Curva Logarítmica

$$y = a + b\,(\ln x)$$

$$b = \frac{\Sigma\, y_i \ln x_i - \frac{1}{n}\,\Sigma \ln x_i\, \Sigma\, y_i}{\Sigma(\ln x_i)^2 - \frac{1}{n}\,(\Sigma \ln x_i)^2}$$

$$a = \frac{1}{n}\,(\Sigma\, y_i - b\,\Sigma \ln x_i)$$

$$r^2 = \frac{\Sigma\, y_i \ln x_i - \frac{1}{n}\,\Sigma \ln x_i\, \Sigma\, y_i}{\Sigma(\ln x_i)^2 - \frac{1}{n}\,(\Sigma \ln x_i)^2\, \Sigma y_i^2 - \frac{1}{n}\,(\Sigma y_i)^2}$$

Ajustagem com Curva Potencial

$$y = ax^b$$

$$b = \frac{\Sigma\,(\ln x_i)(\ln y_i) - \frac{(\Sigma \ln x_i)(\Sigma \ln y_i)}{n}}{\Sigma(\ln x_i)^2 - \frac{(\Sigma \ln x_i)^2}{n}}$$

$$a = \exp \frac{\Sigma \ln y_i}{n} - b\,\frac{\Sigma \ln x_i}{n}$$

$$r^2 = \frac{\Sigma\,(\ln x_i)(\ln y_i) - \frac{(\Sigma \ln x_i)(\Sigma \ln y_i)^2}{n}}{\Sigma(\ln x_i)^2 - \frac{(\Sigma \ln x_i)^2}{n}\,\Sigma(\ln y_i)^2 - \frac{(\Sigma \ln y_i)^2}{n}}$$

QUADRO DE ANÁLISE DAS REGRESSÕES

LOCAL		TIPO DA REGRESSÃO			
		LINEAR	EXPONENCIAL	LOGARÍTMICA	POTENCIAL
		$y = a + bx$	$y = a \exp\cdot(bx)$	$y = a + b(\ln x)$	$y = ax^b$
Tatuapé	a	- 20,45	41,27	- 691,80	0,38
	b	0,71	0,005	156,48	1,08
	r^2	0,82	0,80	0,74	0,78
Capuava R.	a	15,67	16,82	- 76,88	0,66
	b	0,08	0,002	20,92	0,72
	r^2	0,35	0,26	0,38	0,35
Moema	a	- 23,32	19,40	- 377,72	0,18
	b	0,44	0,53	85,51	1,11
	r^2	0,81	0,86	0,67	0,84
P.Republica	a	- 16,37	26,35	- 514,77	0,13
	b	0,47	0,005	112,73	1,20
	r^2	0,57	0,69	0,57	0,72
Osasco	a	23,88	25,64	- 37,30	5,83
	b	0,17	0,004	17,52	0,42
	r^2	0,23	0,26	0,21	0,26
Capuava I.	a	6,19	13,01	- 93,00	0,77
	b	0,11	0,03	23,48	0,66
	r^2	0,46	0,34	0,38	0,33
V.Anastacio	a	28,58	28,26	- 56,68	3,71
	b	0,14	0,003	22,01	0,52
	r^2	0,22	0,23	0,34	0,40
C. Cesar	a	13,91	22,72	- 143,89	0,84
	b	0,38	0,01	42,87	0,89
	r^2	0,57	0,57	0,62	0,66
C. Eliseos	a	- 4,19	37,64	- 396,92	1,16
	b	0,51	0,004	94,88	0,83
	r^2	0,72	0,67	0,58	0,61
S. C. Sul	a	3,11	22,26	- 245,14	0,44
	b	0,23	0,003	57,37	0,89
	r^2	0,86	0,70	0,72	0,76
Aclimação	a	70,11	69,97	- 146,63	8,34
	b	0,12	0,001	45,34	0,44
	r^2	0,18	0,15	0,27	0,25

Tabela - 2 - Variação das regressões com os diferentes locais

Discussão

Resultados obtidos para poeiras genéricas sugerem a existência de uma correlação consistente entre concentrações superficiais e transmitancia ou reflectancia de luz, caso o aerosol atmosferico tenha propriedades opticas relativamente constantes. Ainda a não uniformidade do aerosol não permite correlação entre a medida da massa coletada por volume amostral e a medida da quantidade luminosa refletida ou transmitida atravéz do deposito gerado.

Alguns estudos em laboratório indicaram uma correlação válida entre concentrações em massa de particulados em suspensão e a transmitancia (ou reflectancia) da luz proveniente do acumulo do aerosol no filtro, quando se trabalharam com particulas de propriedades opticas constantes. A correlação obtida nestes estudos foi linear.

Entre os fatores que podem alterar a consistencia optica de um aerosol estão a atividade humana predominante no local da amostragem e a estação do ano.

Ambos os fatores afetam diretamente a composição química do material particulado em suspensão, sua granulometria e consequentemente seu poder de refletir, transmitir ou absorver / luz. Se pudessemos isolar os fatores de influência sobre a significancia dos dados obtidos, nós poderíamos estudar os fenômenos sob a ação apenas de uma variável. Isto pode ser feito se estudarmos todos os dados coletados em uma mesma época do ano, por exemplo.

Interpretação de Dados

De forma definitiva, torna-se bastante dificil diferenciar entre as quatro curvas de correlação obtidas em nosso estudo, qual delas é a que melhor representa os pontos de ajuste entre a medida optica e a gravimetrica em um determinado local. Separemos, por exemplo, a estação do Tatuapé.

CETESB

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

Os coeficientes de determinação para as diversas geometrias das curvas, variaram de um valor mínimo de 0,74 para a ajustagem com curva logarítmica a 0,82 para a regressão linear.

COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO r^2 PARA O TATUAPÉ

Linear	0,82
Exponencial	0,80
Logarítmica	0,74
Potencial	0,78

De forma similar comportaram-se as demais estações, que apresentaram coeficientes igualmente bastante próximos, mostrando, de uma forma geral, uma certa indeterminação quanto a forma definitiva da melhor correlação.

Conclusões

A primeira conclusão que se pode obter foi a confirmação da influência sazonal nos dados obtidos por ambos os métodos. A estação Aclimação, que apresentou maior número de dados a serem correlacionados, teve estes subdivididos em 3 grupos que procuravam representar as 3 estações do ano. Os resultados estão tabelados abaixo.

AJUSTE COM CURVA DO TIPO	COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO		
	VERÃO	OUTONO	INVERNO
Linear	$4,6\ 10^{-3}$	0,78	0,63
Exponencial	$3,6\ 10^{-3}$	0,72	0,52
Logaritmica	0,01	0,75	0,63
Potencial	0,01	0,77	0,54

Coeficientes de determinação para a estação da Aclimação nas diversas estações do ano.

Tatuapé e Moema, no mes de julho[1,*], apresentaram altos coeficientes para a regressão linear, na ordem de 0,82 - 0,88. Nestas regiões, podemos inferir uma certa similitude entre os aerossois gerados, provavelmente produtos de combustão incompleta, gerados por fontes móveis ou industriais. Capuava Residencial, Osasco e Cerqueira Cesar, no periodo de janeiro e fevereiro[2*], apresentaram coeficientes na ordem de 35, 23 e 51%. Aqui fica mais clara a diferenciação entre os aerossois gerados em 3 localidades diferentes, com atividades predominantes diferentes. Note-se que com o aumento da urbanidade aumenta-se a determinação entre as leituras gravimetricas e opticas (Regiões mais urbanizadas tendem a ter poeiras mais escuras e menos variadas).

Capuava Industrial e Vila Anastacio[3*], mostram também diferenças devidas às caracteristicas químicas de seus poluentes.

**) Para nossas conclusões, assumiu-se que o uso prevalente do solo e as atividades humanas naqueles locais foram as mesmas ou seja: A qualidade do poluente emitido foi a mesma, embora a quantidade pudesse ser diferente.*

1) Dados coletados respectivamente em 1 975 e 1 973.

2) Dados coletados respectivamente em 1 975 - 1 976 - 1 975.

3) Dados coletados respectivamente em 1 974/75, 1 975/76.

Bibliografia

Selected Methods of measuring air pollutants
WHO - publication nº 24, 1 976

Manual de Operaciones
OPS/OMS. 1 970

Spiegel, M - Estatística
Coleção Schaum. 1 974

Licco, E. A. - Análise e Interpretação de Dados
FSP/USP - mimeografado

Golden J. Ingram WT.
Smoke Curve Calibration - JAPCA, nº 2, volume 23, 1 973

BIBLIOTECA	
DEVOLVER EM	DEVOLVER EM

Data aquis.: 28/8/91
Índice:
Livraria:
Preço:
Data Termo: 28/8/91

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA
DE SANEAMENTO AMBIENTAL
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 documento.