

ESTUDO DE COMPARAÇÃO ENTRE OS DADOS GERADOS PELAS ESTAÇÕES
TIPO OPS/OMS E AS ESTAÇÕES AUTOMÁTICAS EM CERQUEIRA CESAR

CETESB, São Paulo - 1981

Ficha de Relatório Técnico

TÍTULO Estudo de comparação entre os dados gerados pelas estações tipo OPS/OMS e as estações Automáticas em Cerqueira Cesar.		ASSUNTO Qualidade do Ar	Nº DE PG 30
DATA DO RELATÓRIO 31/03/81	PROGRAMA PG. 1	PROJETO PJ.1.1/81 - GQAR	UNIDADE DAMAR/DMID

UNIDADE ONDE O RELATÓRIO SE ENCONTRA DISPONÍVEL PARA CONSULTA

Gerência de Qualidade do Ar/SEAR/DEAM

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

RESUMO:

Este relatório refere-se à primeira parte do estudo para comparação dos dados de dióxido de enxofre (SO_2) e material particulado, gerados pelas estações que compõem a rede de estações do tipo OPS/OMS e as da Rede de Estações Automáticas para Amostragem e Análise de Poluentes Atmosféricos (Rede Telemétrica) de acordo com o projeto PJ.1.1/78. O local das amostragens foi Cerqueira Cesar e as estações ficaram localizadas conforme figura 1.

Na análise dos dados, aplicou-se o teste "t de Student" para dados emparelhados, tantas vezes quantas o resultado da combinação do número de estações distintas para amostragem de um determinado poluente, dois a dois. Empregou-se também o método de regressão dos mínimos quadrados para se obter relações de dependência que possam existir entre os métodos empregados nas redes OPS/OMS e Telemétrica.

a) Dióxido de Enxofre (SO_2)

Foram operados três amostradores, sendo dois pelo método acidimétrico (estações tipo OPS/OMS) e um pelo método coulométrico utilizado na estação automática.

A Tabela 1 mostra o número de dados obtidos (n) pelos diferentes métodos bem como valores médios (\bar{X}_A), desvios (s_A) e coeficientes de variação.

Tabela 1 - Valores de tendência central e dispersão dos dados de SO_2

Estação	n	\bar{X}_A	s_A	Coefficiente de variação
OPS/OMS	173	98,91	41,26	0,42
OPS/OMS especial	171	103,20	46,03	0,45
Automática	137	102,15	52,02	0,51

CLASS	8300
A	C 338 es
NUMB.	16983

INSTR. DEPT. DE AGRICULTURA Y GANADERIA, DISTRITO FEDERAL, MEXICO

NO. 1

1950

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA

INSTITUTO TECNICO AGROPECUARIO

SECRETARIA

INSTITUTO TECNICO AGROPECUARIO

El presente documento es un informe de los trabajos realizados durante el periodo comprendido entre el día 1 de mayo de 1950 y el día 31 de mayo de 1950. Los trabajos se realizaron en el campo de experimentación de la Estación Experimental de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, en el Estado de México.

Los trabajos se realizaron en el campo de experimentación de la Estación Experimental de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, en el Estado de México. El presente documento es un informe de los trabajos realizados durante el periodo comprendido entre el día 1 de mayo de 1950 y el día 31 de mayo de 1950.

Los trabajos se realizaron en el campo de experimentación de la Estación Experimental de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, en el Estado de México. El presente documento es un informe de los trabajos realizados durante el periodo comprendido entre el día 1 de mayo de 1950 y el día 31 de mayo de 1950.

Los trabajos se realizaron en el campo de experimentación de la Estación Experimental de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, en el Estado de México. El presente documento es un informe de los trabajos realizados durante el periodo comprendido entre el día 1 de mayo de 1950 y el día 31 de mayo de 1950.

Los trabajos se realizaron en el campo de experimentación de la Estación Experimental de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, en el Estado de México. El presente documento es un informe de los trabajos realizados durante el periodo comprendido entre el día 1 de mayo de 1950 y el día 31 de mayo de 1950.

A Tabela 2 apresenta os resultados do teste "t de Student" e resume as conclusões:

Tabela 2 - Resultados obtidos pelo teste "t de Student" dos dados de SO₂

Estação de Comparação	g.l.	t ₀	Valores Críticos	Conclusão
OPS/OMS x OPS/OMS especial	170	-3,60	t = 2,58 (170,1%) t = 1,96 (170,5%)	OPS/OMS < OPS/OMS especial
OPS/OMS especial x Automática	115	1,69	t = 2,62 (115,1%) t = 1,98 (115,5%)	OPS/OMS especial = Automática
OPS/OMS x Automática	118	-0,81	t = 2,62 (118,1%) t = 1,98 (118,5%)	OPS/OMS = Automática

b) Material Particulado

Neste estudo foram utilizados quatro amostradores, sendo dois pelo método de refletância (estações tipo OPS/OMS), um pelo método de referência (amostrador de grandes volumes (Hi-Vol) e por último, o de absorção de radiação β (estação automática). Alguns dados gerais de cada método e os resultados do teste estatístico aplicado podem ser observados nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 - Valores de tendência central e dispersão dos dados de material particulado

Estação	n	\bar{X}_A	s _A	Coefficiente de variação
OPS/OMS	111	53,32	20,45	0,38
OPS/OMS especial	111	62,28	32,76	0,53
Hi-Vol	78	107,15	30,28	0,28
Automática	76	68,91	17,94	0,26

Tabela 4 - Resultados obtidos no teste "t de Student", para material particulado

Estação de Comparação	g.l.	t_0	Valores Críticos	Conclusão
OPS/OMS x OPS/OMS especial	110	-3,66	$t = 2,62$ (110,1%) $t = 1,98$ (110,5%)	OPS/OMS < OPS/OMS especial
OPS/OMS especial x Hi-Vol	77	-11,24	$t = 2,65$ (77,1%) $t = 1,99$ (77,5%)	OPS/OMS especial < Hi-Vol
OPS/OMS especial x automática	63	-0,62	$t = 2,66$ (63,1%) $t = 2,00$ (63,5%)	OPS/OMS especial = automática
Hi-Vol x automática	60	17,29	$t = 2,66$ (60,1%) $t = 2,00$ (60,5%)	automática < Hi-Vol
OPS/OMS x automática	63	-9,83	$t = 2,66$ (63,1%) $t = 2,66$ (63,5%)	OPS/OMS < automática

c) Conclusões

- As duas estações tipo OPS/OMS, apresentaram resultados em média diferentes, tanto para SO_2 quanto para material particulado, o que permite afirmar que os mesmos são afetados pelo fator distância (aproximadamente 100 m uma estação da outra).
- As estações do tipo OPS/OMS e Automática, forneceram resultados em média semelhantes, para o poluente SO_2 e diferentes para o poluente material particulado (a Automática foi 17% superior) quando o período de amostragem foi, pelo menos quatro

meses. Para medida diária desses poluentes não há possibilidade de reconstituição dos valores obtidos pela estação automática, no caso de paralização da estação do tipo OPS/OMS pela falta de ajustamento dos pontos ao modelo linear assumido.

Constatou-se que as concentrações de material particulado obtidas através do Hi-Vol são em média 55% superiores aos da estação automática. Em medições realizadas anteriormente em outro local, concluiu-se que os valores encontrados foram em média, 65% superiores. Isto pode significar que as conclusões são próprias de cada local estudado.

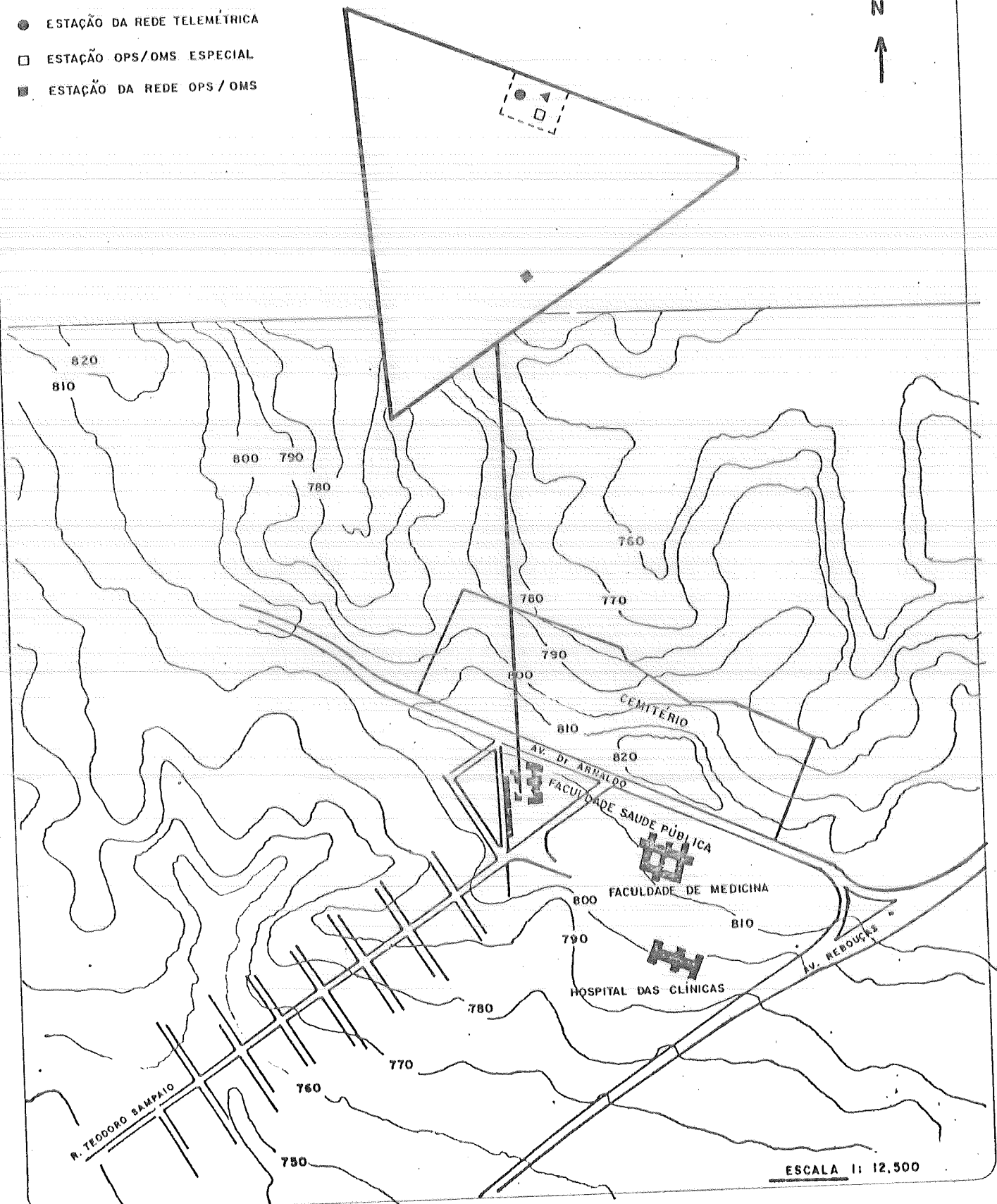
d) Sugestões

Constatou-se uma inversão nos sinais das diferenças de concentrações, através da análise dos dados de SO_2 e material particulado das estações do tipo OPS/OMS e OPS/OMS especial. Para períodos de amostragem concomitantes houve um comportamento semelhante entre as duas séries. A hipótese levantada para justificar este comportamento, seria a influência da direção e persistência horária do vento. Isto permite sugerir que na elaboração dos próximos estudos, seja levada em consideração esta variável meteorológica.

FIGURA nº 1 — CARACTERIZAÇÃO TOPOGRÁFICA DA ÁREA DE CERQUEIRA CESAR E LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM NA FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA

LEGENDA

- ▲ AMOSTRADOR DE GRANDES VOLUMES
- ESTAÇÃO DA REDE TELEMÉTRICA
- ESTAÇÃO OPS/OMS ESPECIAL
- ESTAÇÃO DA REDE OPS/OMS



ÍNDICE

Introdução	1
Dados Obtidos	2
Análise dos Dados	2
a. Dióxido de Enxofre (SO ₂)	4
b. Material Particulado (MP)	9
Conclusões e Sugestões	13
Anexo 1 - Dados de SO ₂	18
Anexo 2 - Dados de MP	25
Bibliografia	30

INTRODUÇÃO

O presente relatório refere-se à primeira parte do estudo para a comparação dos dados gerados pelas estações que compõem a Rede OPS/OMS e as da Rede de Estações Automáticas para Amostragem e Análise de Poluentes Atmosféricos (Rede Telemétrica). Tendo em vista a necessidade de correlacionar-se os métodos de análise utilizados nas citadas redes, partiu-se para a determinação das concentrações de Dióxido de Enxofre (SO_2) e Material Particulado (MP) pelos métodos utilizados em amostragens simultâneas, conforme proposto no PJ. 1.1/79.

O primeiro local de estudo foi em Cerqueira Cesar por representar uma área residencial, possivelmente sujeita a menos interferências de fontes industriais e devido à pouca distância (aproximadamente 100 metros) entre a atual estação do tipo OPS/OMS e a estação automática.

O estudo incluiu a operação de uma estação tipo OPS/OMS (OPS/OMS especial) instalada em paralelo à estação automática, pois assim pode-se comparar dados gerados em um mesmo local com métodos diferentes, bem como, dados gerados em locais próximos obtidos com o mesmo método (OPS/OMS). Os métodos utilizados foram os seguintes:

a) Na Estação Automática:

- a.1 - Dióxido de enxofre (SO_2) - Coulométrico
- a.2 - Material Particulado - Absorção de radiação β

b) Na Estação do tipo OPS/OMS:

- b.1 - Dióxido de Enxofre (SO_2) - Acidimétrico
- b.2 - Material Particulado - Refletância

No caso específico do poluente material particulado contou-se ainda com o método referência para a determinação de partículas em suspensão na atmosfera (método do amostrador de grandes volumes), conforme Anexo I do Regulamento da Lei nº 997 de 31/05/76, aprovado pelo Decreto nº 8.468 de 08/09/76.

DADOS OBTIDOS

As amostragens foram realizadas no bairro de Cerqueira Cesar, na Faculdade de Saúde Pública, que está localizada na latitude de 23º33'15'' e na longitude oeste 46º40'10'' em uma altitude aproximada de 810 metros (figura 1).

O estudo foi realizado no período de 11/06/80 a 30/11/80 (173 dias) para o poluente SO₂ e de 01/10/80 a 19/01/81, (111 dias) para o material particulado. (Anexo 1 e 2)

As amostragens foram de 24 horas para as estações do tipo OPS/OMS e para o amostrador de grandes volumes (Hi-Vol). Para a estação automática utilizou-se a média aritmética dos valores horários gerados no período correspondente ao da OPS/OMS. O período de cada amostragem compreendeu, na maioria das vezes, das 11 horas de um dia até a mesma hora do dia seguinte.

Neste estudo considerou-se como critério de validação de dados a existência de pelo menos 75% do número total de horas de exposição de cada amostra, isto é, cada amostra deveria ter no mínimo 18 horas de exposição ou ser resultado de uma média aritmética de no mínimo 18 valores horários.

O outro critério utilizado foi o de admitir-se no máximo 2 horas de diferença entre uma média diária gerada pela estação automática, pelas estações do tipo OPS/OMS e Hi-Vol.

Foi assumido, no presente estudo, que o ar amostrado pela estação do tipo OPS/OMS especial, pelo Hi-Vol e pela estação automática é o mesmo. As diferenças observadas na concentração são atribuídas, exclusivamente, à "performance" de cada equipamento e aos métodos utilizados.

ANÁLISE DOS DADOS

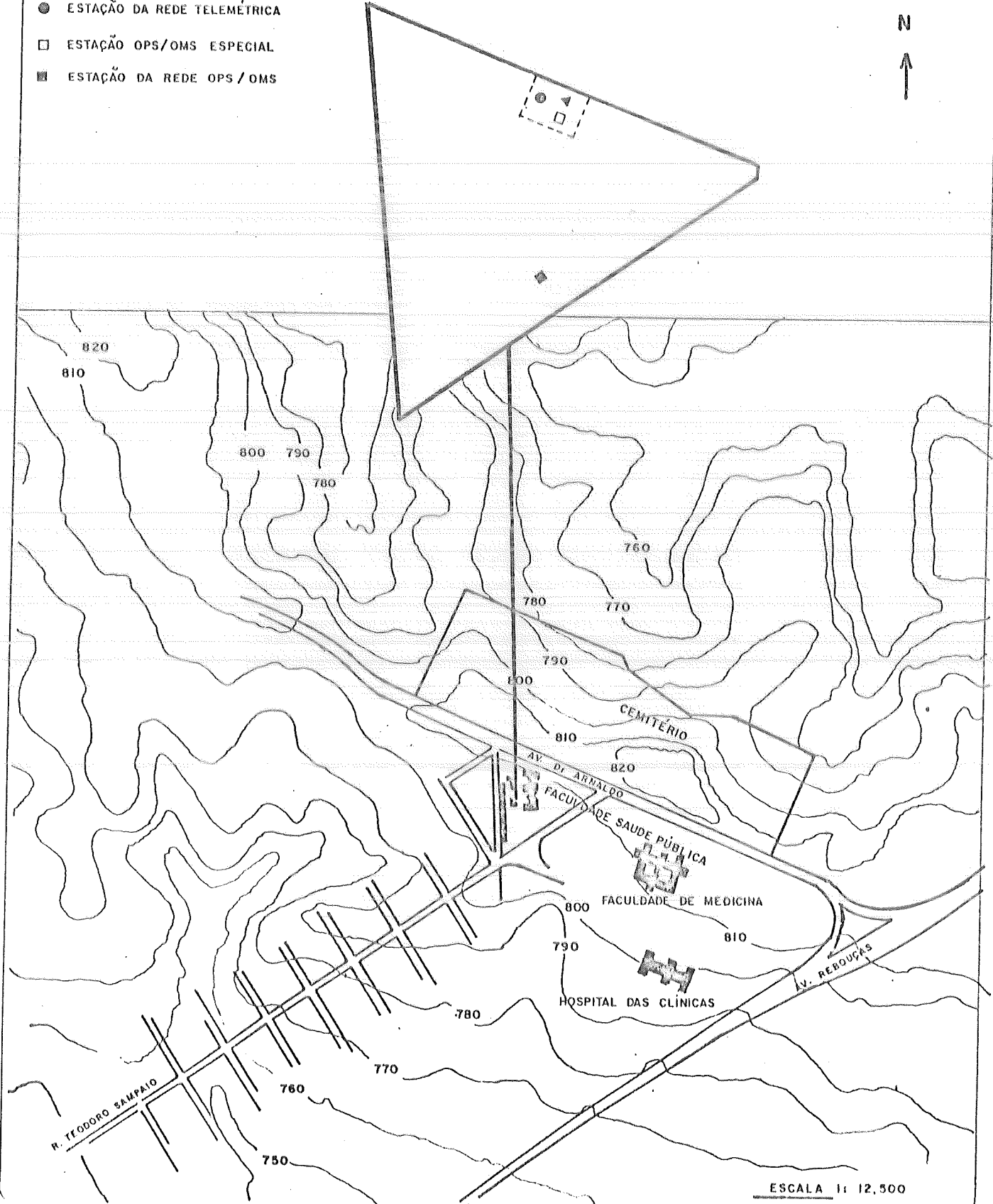
Este estudo teve por objetivo determinar os diferentes métodos de análise que apresentam, a médio prazo, comportamentos idênticos com relação às suas médias de poluição.

Em outras palavras, procurou-se determinar os métodos que podem ser considerados iguais quanto a seus índices médios de poluição, quer em termos de SO₂, quer em termos de material par

FIGURA nº 1 — CARACTERIZAÇÃO TOPOGRÁFICA DA ÁREA DE CERQUEIRA CESAR E LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM NA FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA

LEGENDA

- ▲ AMOSTRADOR DE GRANDES VOLUMES
- ESTAÇÃO DA REDE TELEMÉTRICA
- ESTAÇÃO OPS/OMS ESPECIAL
- ESTAÇÃO DA REDE OPS/OMS



ESCALA 1:12,500

ticulado, dentro de um período de tempo considerado médio (4 meses).

Quando se quer comparar médias, tem-se a disposição vários tipos de testes já bastante estudados que permitem maior precisão no trabalho.

Ao se fazer a escolha do teste a ser utilizado é necessário se explicitar bem o tipo de análise que se quer realizar e as características de cada tipo de teste.

Assim, ao se dar preferência ao teste t de Student para dados emparelhados², assumiu-se que as concentrações obtidas nas diferentes estações e no Hi-Vol, estão relacionadas entre si, pois o nível de poluição a ser avaliado é o mesmo. Uma desvantagem deste método é a de não ser possível a comparação entre duas famílias de dados de cada vez; portanto, aplicou-se o teste tantas vezes quantas o resultado da combinação do número de estações distintas para amostragem de um determinado poluente, dois a dois.

Como também o objetivo deste trabalho é possuir elementos para num julgamento posterior eliminar total ou parcialmente a operação das estações da rede OPS/OMS, procurou-se obter conclusões significativas sobre relações de dependências que possam existir entre os métodos empregados nesta rede e na rede Telemétrica, utilizando-se para tal o método de regressão dos mínimos quadrados através da função linear.

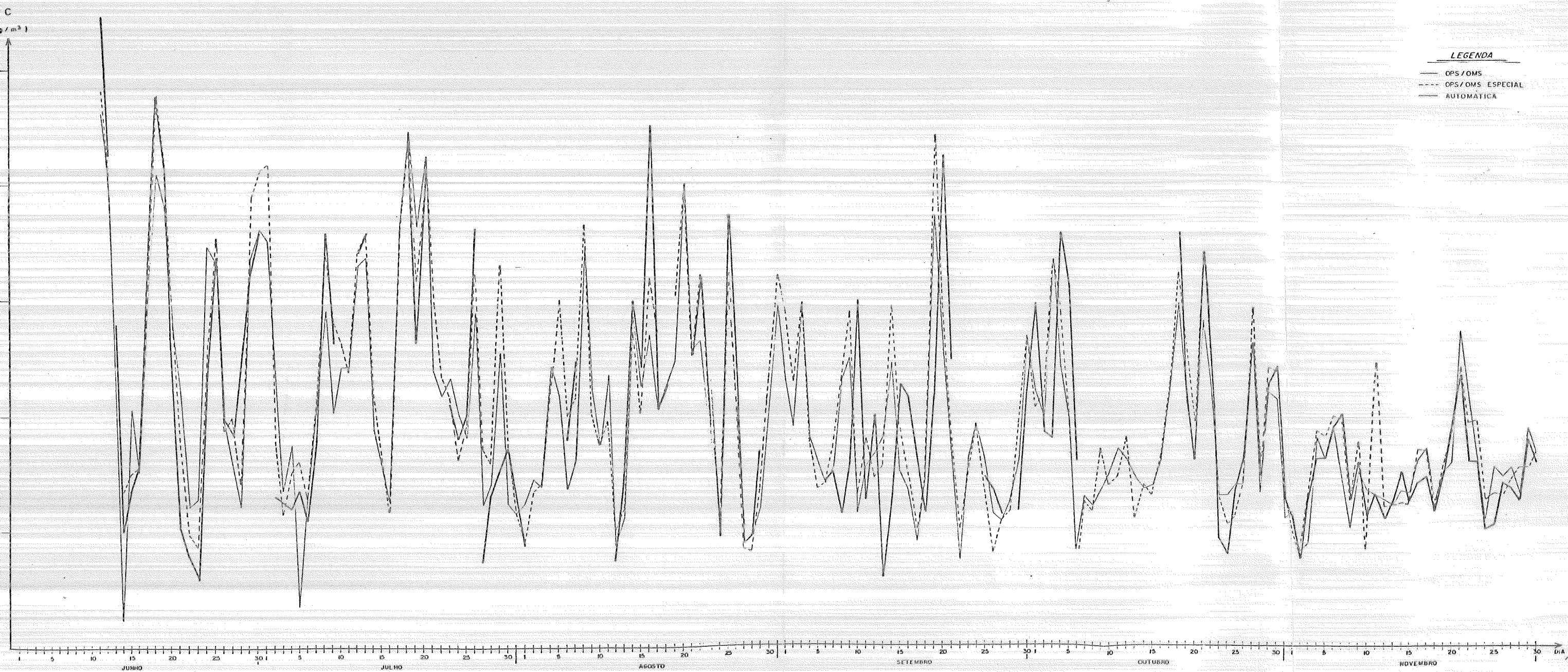
Para maior facilidade, as análises dos dados de SO₂ e material particulado serão apresentadas separadamente.

a) Dióxido de Enxofre (SO₂)

Foram operados três (3) monitores, sendo dois pelo método acidimétrico (estações tipo OPS/OMS) e um pelo método coulométrico utilizado na estação automática, cujos dados estão na figura 2.

A Tabela 1 mostra o número de dados obtidos (n) pelos diferentes métodos bem como valores médios (\bar{X}_A), desvios, (s_A) e coeficientes de variação.

FIGURA Nº 2 - CONCENTRAÇÕES DIÁRIAS DE SO₂ OBTIDAS NAS ESTAÇÕES TIPO OPS/OMS E AUTOMÁTICA



LEGENDA

- OPS/OMS
- - - OPS/OMS ESPECIAL
- · - AUTOMÁTICA

Tabela 1 - Valores de tendência central e dispersão dos dados de SO₂

Estação	n	\bar{X}_A	s _A	Coefficientes de variação
OPS/OMS	173	98,91	41,26	0,42
OPS/OMS especial	171	103,20	46,03	0,45
Automática	137	102,15	52,02	0,51

Pela aplicação do teste "t de Student" aos níveis de confiança de 99% e 95%, concluiu-se que:

- 1) A distância influi nos resultados fornecidos, pois as concentrações obtidas pela OPS/OMS especial instalada junto à automática foram em média 5% superiores à OPS/OMS.
- 2) Os métodos acidimétrico e o coulométrico fornecem resultados médios semelhantes após um período de tempo, sendo a conclusão a mesma, com ou sem a interferência da distância de aproximadamente 100 metros.

A Tabela 2 apresenta os resultados do teste estatístico e sumariza as conclusões.

 Tabela 2 - Resultados obtidos pelo teste "t de Student", dados de SO₂

Estações de Comparação	g.l.	t ₀	Valores Críticos	Conclusão
OPS/OMS x OPS/OMS especial	170	-3,60	t ≈ 2,58 (170,1%) t ≈ 1,96 (170,5%)	OPS/OMS < OPS/OMS especial
OPS/OMS especial x Automática	115	1,69	t ≈ 2,62 (115,1%) t ≈ 1,98 (115,5%)	OPS/OMS especial = Automática
OPS/OMS x Automática	118	-0,81	t ≈ 2,62 (118,1%) t ≈ 1,98 (118,5%)	OPS/OMS = Automática

Na tentativa de ajuste da regressão linear considerou-se os valores obtidos na estação automática como variável independente uma vez que no futuro a estação que deverá permanecer no pátio da Faculdade de Saúde Pública - Cerqueira Cesar será essa, sendo possivelmente removida a OPS/OMS. Portanto, se no futuro, for necessário reconstituir alguma série de dados, será sempre através da aplicação de um coeficiente e a partir dos dados gerados pela estação automática.

Pela análise da Tabela 3 concluiu-se que embora a regressão apresente coeficiente de determinação (r^2) significativa, $r^2 = 78\%$, a regressão não pode ser aceita pois a falta de ajustamento dos pontos ao modelo linear assumido é significativa. Neste caso, o quadrado médio residual não estimaria corretamente a variância da regressão (δ^2), incluindo um erro sistemático, devido ao uso de um modelo inadequado. A figura 3 ilustra o diagrama de dispersão das duas variáveis.

Tabela 3 - Análise de Variância do Modelo Linear

$$\bar{Y} = 26,29691276 + 0,720608404X$$

$$r^2 = 78,47\%$$

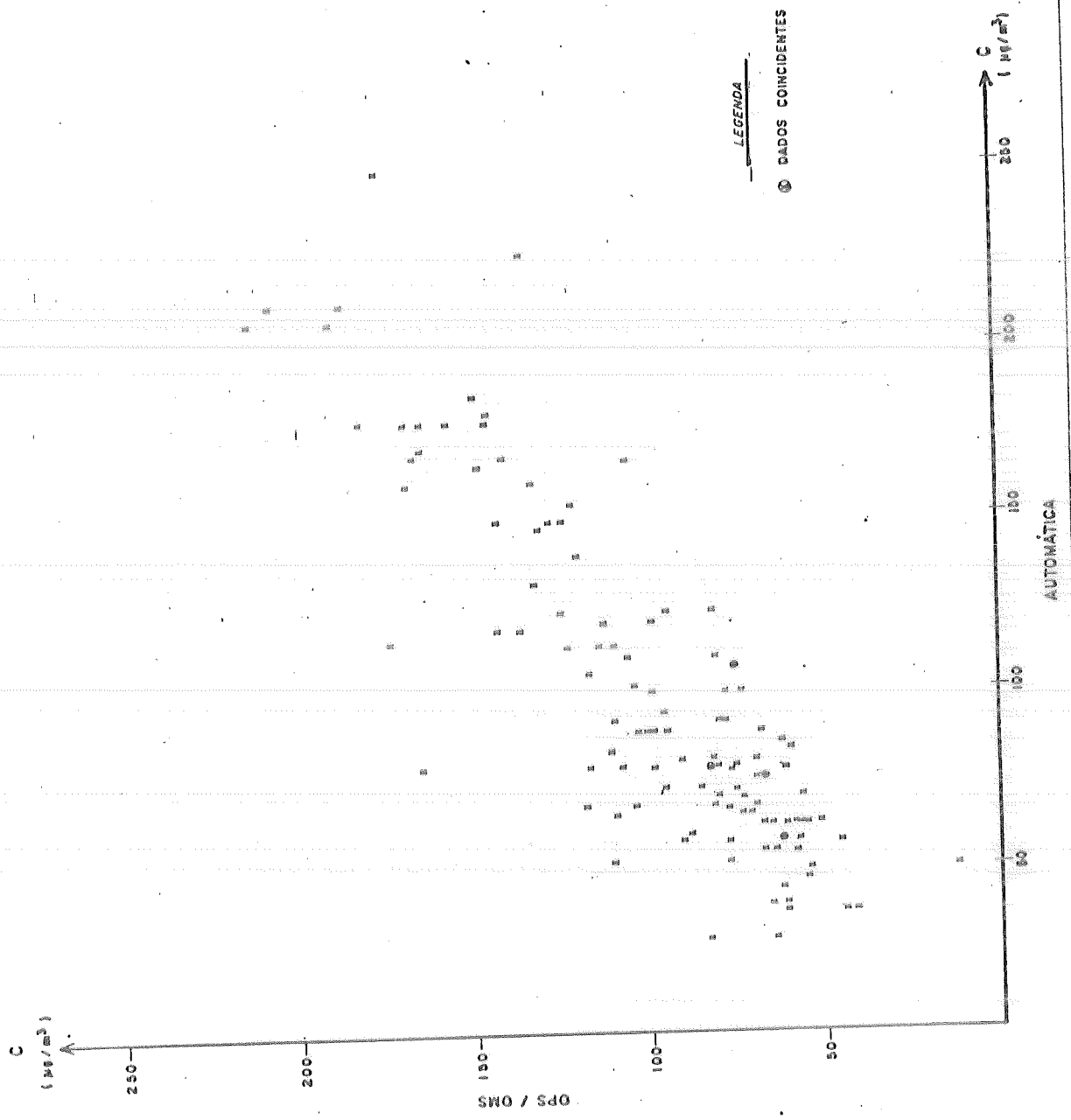
Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Variância	"F"
Regressão	1	155347,7790	155347,779	426,50***
Resíduo	117	42615,9520	364,239	
Falta de Ajustamento	49	26515,0059	541,1225704	2,29**
Erro puro	68	16100,9460	236,7786184	
TOTAL	118	197963,7310		

*** Significante ao nível de 0,1% de probabilidade

** Significante ao nível de 1% de probabilidade

Portanto, para os métodos de análise de SO_2 , acidimétrico e coulométrico, utilizados nas estações tipo OPS/OMS e Automática localizada na Faculdade de Saúde Pública em Cerqueira Cesar, concluiu-se que após um período de tempo, os dois métodos fornecem médias semelhantes, não sendo no entanto possível a

FIGURA Nº 3 — DIAGRAMA DE DISPERSÃO DOS DADOS DE SO₂ OBTIDOS NAS ESTACIONES DO TIPO OPS/OMS E AUTOMÁTICA



reconstituição de um valor diário de concentração de um método por outro, isto é, não foi possível a determinação de um coeficiente tal que aplicado a um dado médio diário fornecido pela estação automática reconstitua o valor obtido pela estação do tipo OPS/OMS.

b) Material Particulado (MP)

Neste estudo foram utilizados quatro (4) amostradores de material particulado, sendo dois pelo método de refletância (estações tipo OPS/OMS, um pelo método referência (amostrador de grandes volumes) e por último o de absorção de radiação β (estação automática), cujos dados estão apresentados na figura 4.

O número de dados obtidos pelos diferentes métodos, assim como, alguns dados gerais de cada método podem ser observados na Tabela 4.

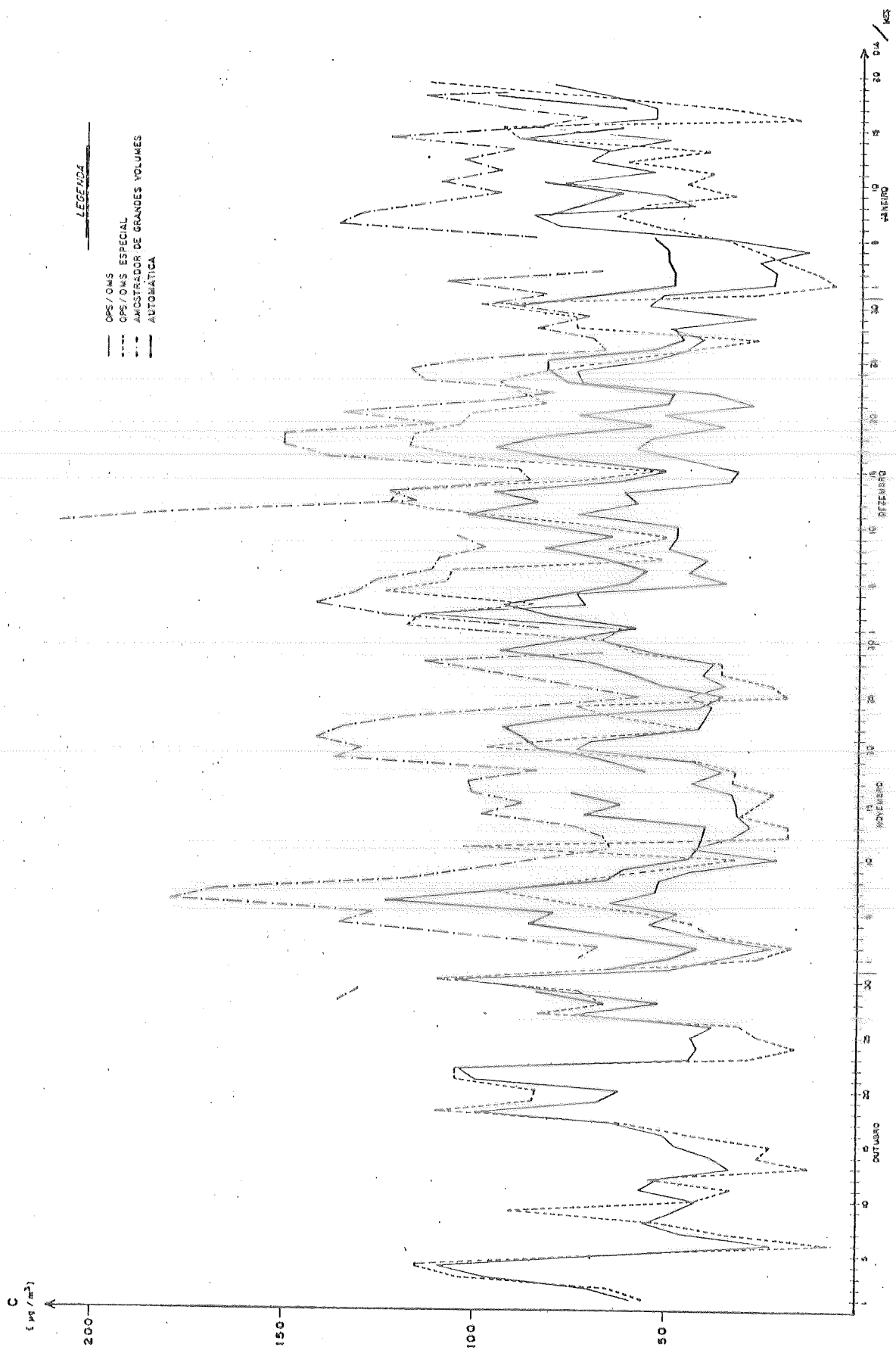
Tabela 4 - Valores de tendência central e dispersão dos dados de Material Particulado

Estação	n	\bar{X}_A	s_A	Coefficiente de Variação
OPS/OMS	111	53,32	20,45	0,38
OPS/OMS especial	111	62,28	32,76	0,53
Hi-Vol	78	107,15	30,28	0,28
Automática	76	68,91	17,94	0,26

Pela aplicação do teste "t de Student" cujos resultados estão expostos na Tabela 5, concluiu-se que:

- 1) A distância influi nos resultados pois os níveis de material particulado obtidos por métodos idênticos mas distanciados de aproximadamente 100 m. foram considerados estatisticamente diferentes, sendo observada uma diferença de 17% na média das duas séries, sendo a mais alta a obtida pela estação do tipo OPS/OMS instalada junto à automática.
- 2) Os dados fornecidos pelo Hi-Vol são em média 72% superiores aos da estação OPS/OMS especial e 55% superiores aos da automática.

FIGURA N.º 4 — CONCENTRAÇÕES DIÁRIAS DE MP OBTIDAS NAS ESTAÇÕES TIPO OPS/OMS, AUTOMÁTICA E NO HI-VOL



- 3) Ao se analisar os níveis de material particulado fornecidos pelas estações OPS/OMS especial e automática, portanto métodos diferentes sem interferência de distância, pode-se concluir que em média os resultados são semelhantes.
- 4) Considerando-se as estações do tipo OPS/OMS e automática, métodos diferentes e a distância de 100 m, obteve-se resultados diferentes, sendo a média fornecida pela automática 29% superior à obtida pela do tipo OPS/OMS.

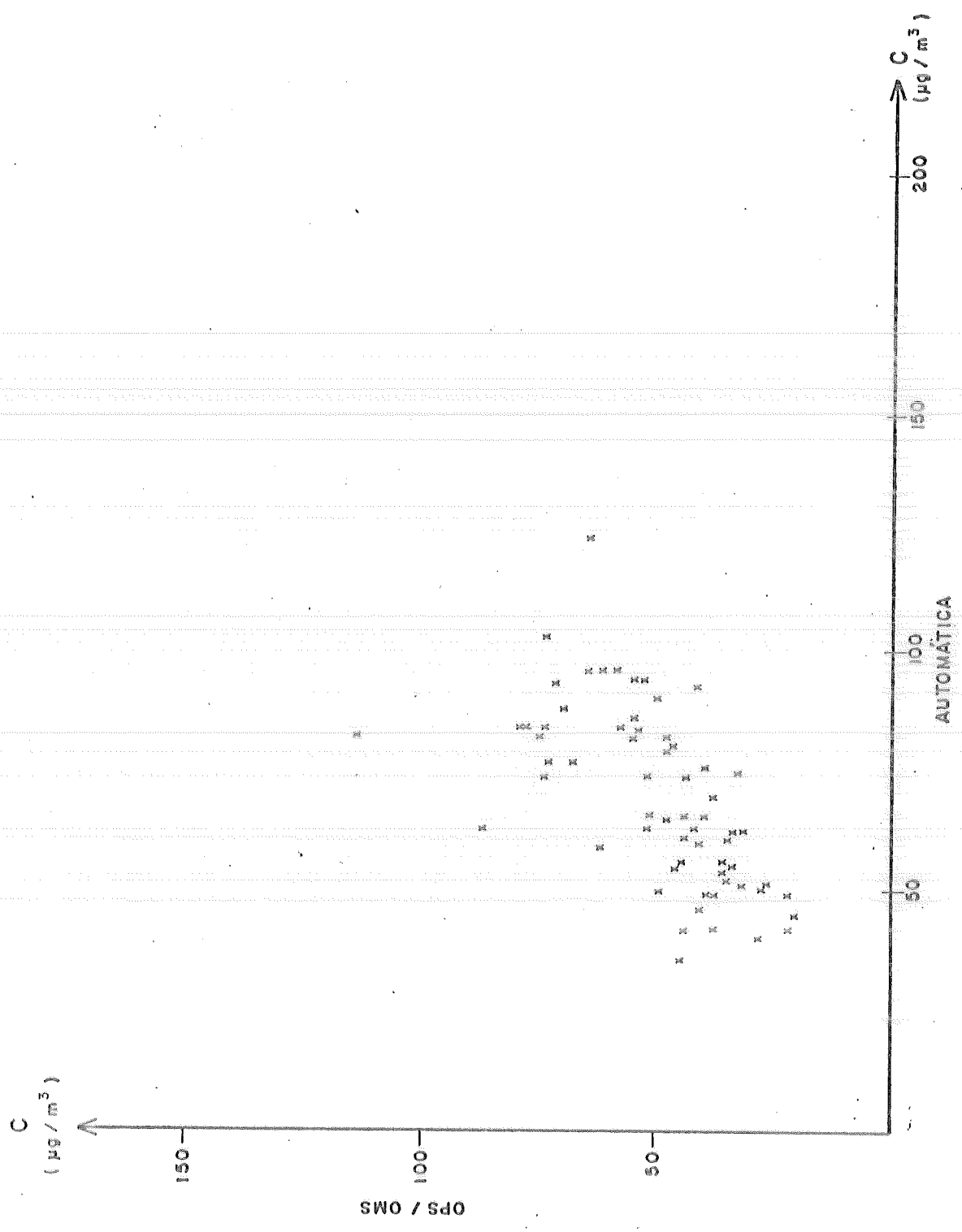
Tabela 5 - Resultados obtidos pelo teste "t de Student", dados de Material Particulado

Estações de Comparação	g.l.	t ₀	Valores Críticos	Conclusão
OPS/OMS x OPS/OMS especial	110	-3,66	t = -2,62 (110,1%) t = -1,98 (110,5%)	OPS/OMS < OPS/OMS especial
OPS/OMS especial x Hi-Vol	77	-11,24	t = -2,65 (77,1%) t = -1,99 (77,5%)	OPS/OMS especial < Hi-Vol
OPS/OMS especial x Automática	63	-0,62	t = -2,66 (63,1%) t = -2,00 (63,5%)	OPS/OMS especial = Automática
Hi-Vol x Automática	60	17,29	t = 2,66 (60,1%) t = 2,00 (60,5%)	Automática < Hi-Vol
OPS/OMS x Automática	63	-9,83	t = -2,66 (63,1%) t = -2,00 (63,5%)	OPS/OMS < Automática

Pela Tabela 6 e figura 5, concluiu-se que não existe relação linear entre os níveis de material particulado fornecidos pela estação automática (variável independente) e do tipo OPS /OMS (variável dependente), pois embora seja significativa o ajustamento do modelo linear assumido às séries de dados, o coefi-

DIAGRAMA DE DISPERSÃO DOS DADOS DE MP OBTIDOS NAS ESTAÇÕES DO TIPO OPS/OMS E AUTOMÁTICA

FIGURA Nº 5



ciente de determinação apresentou-se muito baixo $r^2 = 38\%$.

Deve-se levar em consideração que ao se trabalhar com os dados fornecidos pelo método de absorção de radiação β da estação automática de Cerqueira Cesar, os níveis de material particulado são em média 29% superiores aos obtidos pela estação do tipo OPS/OMS e que não existe um coeficiente que aplicado a uma série, reproduza outra.

Tabela 6 - Análise de Variância do Modelo Linear

$$\hat{Y} = 9,214149594 + 0,586024848X$$

$$r^2 = 37,95\%$$

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Variância	"F"
Regressão	1	7456,360407	7456,360407	37,93***
Resíduo	62	12189,07709	196,598018	
Falta de Ajustamento	35	5663,57709	161,816488	0,67n.s.
Erro puro	27	6525,50000	241,685185	
TOTAL	63	19645,43750		

*** Significante ao nível de 0,1% de probabilidade

n.s. Não significativa ao nível de 5% de probabilidade

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Através dos testes estatísticos aplicados constatou-se neste estudo que os resultados emitidos pelas duas estações tipo OPS/OMS (tanto SO_2 , quanto material particulado) são em média diferentes o que permite afirmar que são afetados pelo fator distância. Uma questão que surge em função desta observação é sobre a área de abrangência do dado gerado em Cerqueira Cesar. Pode-se notar ainda, a existência de uma inversão nos sinais das diferenças de concentrações, isto é, ora a OPS/OMS especial, que está instalada próxima a Av. Dr. Arnaldo forneceu valores mais altos, ora ocorreu o inverso, ou seja, as concentrações mais altas foram registradas na estação do tipo OPS/OMS insta-

lada próxima a Rua Teodoro Sampaio.

As figuras 6 e 7 ilustram as diferenças entre as concentrações fornecidas pelas duas estações. Na figura 8, foi feita uma montagem das figuras anteriores relativas ao período em que as análises de SO_2 e material particulado foram concomitantes, indicando um comportamento semelhante entre as duas séries. Uma hipótese levantada que justificaria tal comportamento, seria a influência da direção e persistência horária do vento, o que permite sugerir que para os próximos estudos, deverá ser determinada e considerada esta variável meteorológica. Outra conclusão é de que os dados de material particulado gerados pelas estações tipo OPS/OMS e a automática são estatisticamente diferentes, sendo os da automática em média 17% superiores. Quanto ao SO_2 , os resultados médios são semelhantes. Entretanto, apesar das considerações acima, não será possível futuramente a reconstituição de um valor diário da estação do tipo OPS/OMS através do dado gerado pela estação automática, caso a estação do tipo OPS/OMS seja paralisada.

Este trabalho também permitiu a análise comparativa dos dados de material particulado obtidos na estação OPS/OMS especial e no Hi-Vol indicando que os valores do Hi-Vol são em média 72% mais altos. Constatou-se ainda que, as concentrações de material particulado obtidos através do Hi-Vol são em média 55% superiores aos da estação automática. Em estudo anterior realizado no Bairro da Água Funda³, concluiu-se que os resultados fornecidos pelo Hi-Vol foram em média 65% maiores em relação aos valores obtidos através do método de absorção de radiação β . Isto sugere que as conclusões são próprias de cada local estudado, dando sempre um cunho particular devido às características dos interferentes locais existentes.

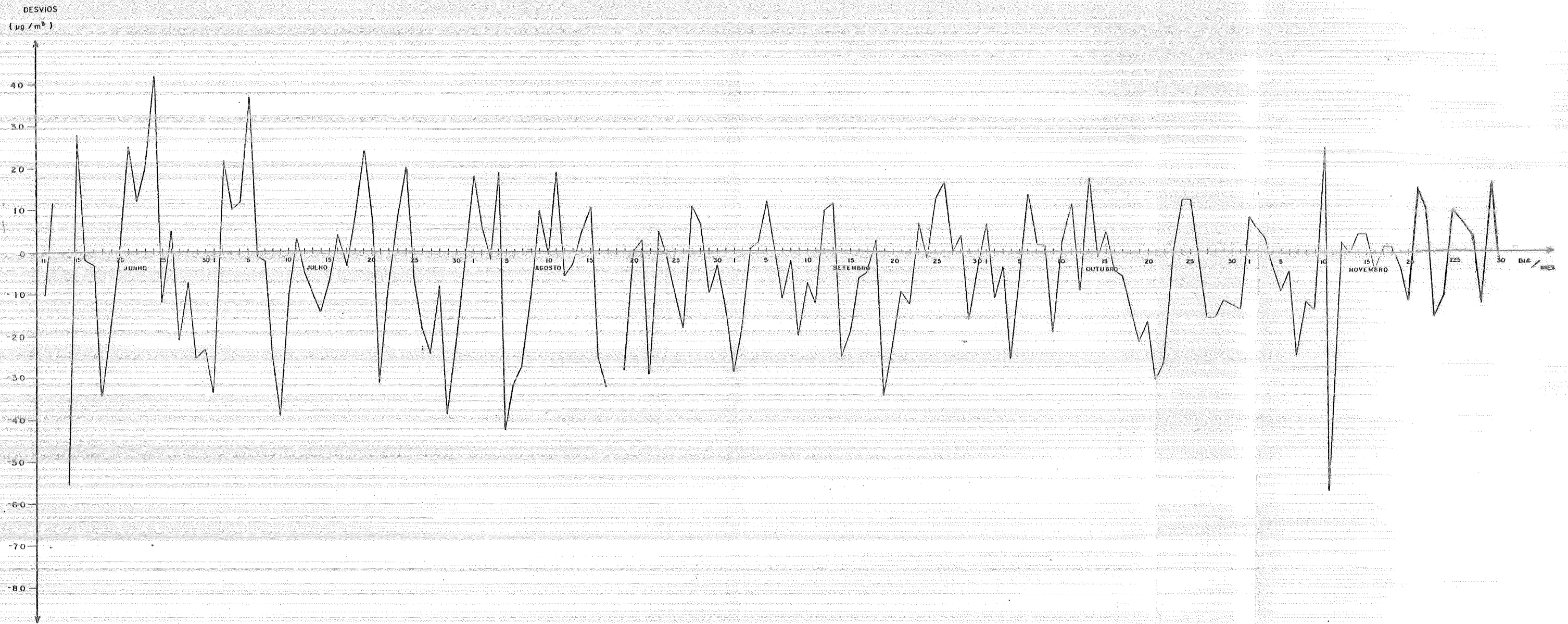
FIGURA Nº 6 -- VARIACÃO DOS DESVIOS DAS CONCENTRAÇÕES DE SO₂ OBTIDOS NAS ESTAÇÕES TIPO OPS/OMS


FIGURA Nº 1 - VARIACÃO DOS DESVIOS DAS CONCENTRAÇÕES DE MP OBTIDOS NAS ESTAÇÕES TIPO DESVIO MS

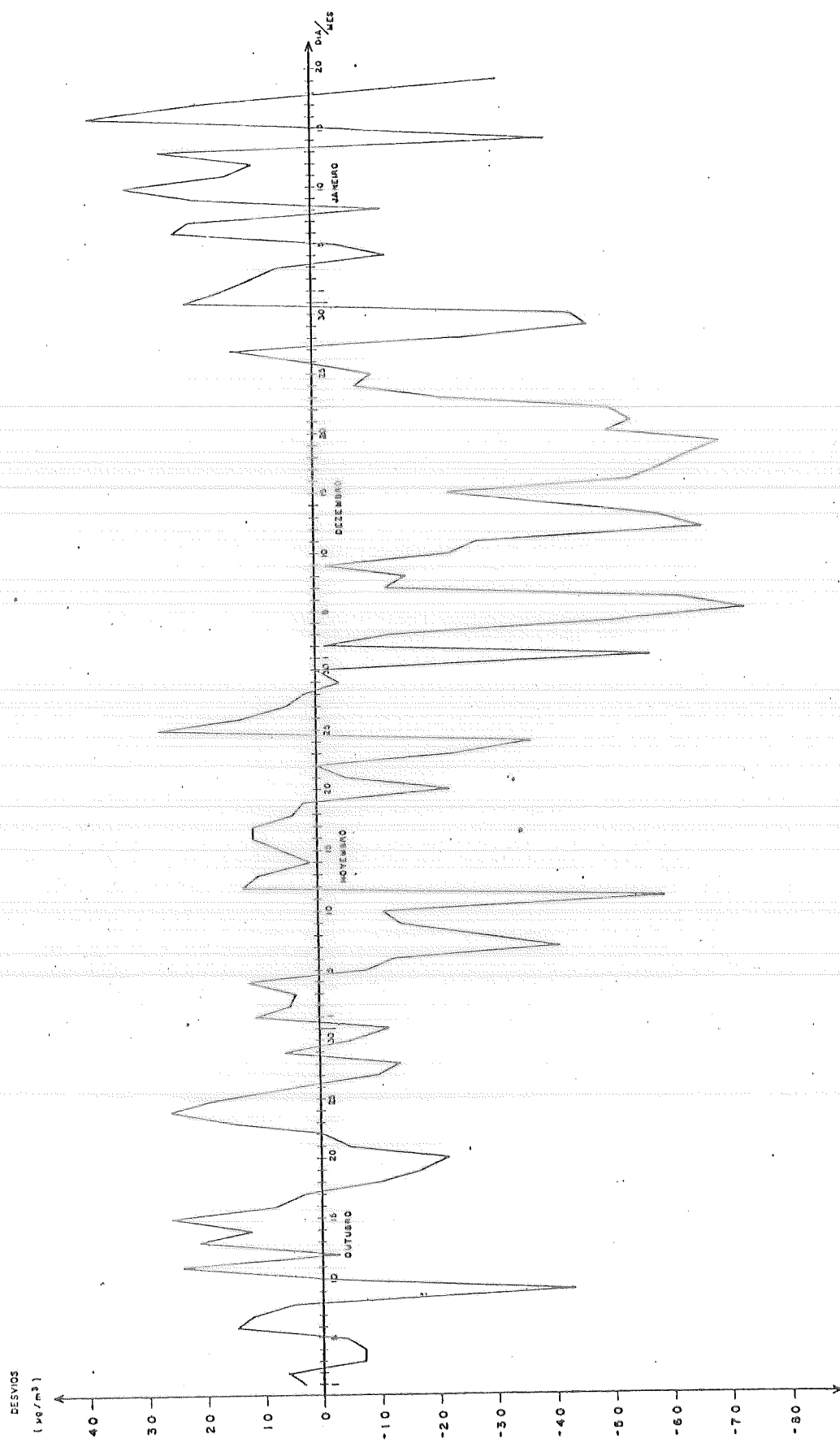
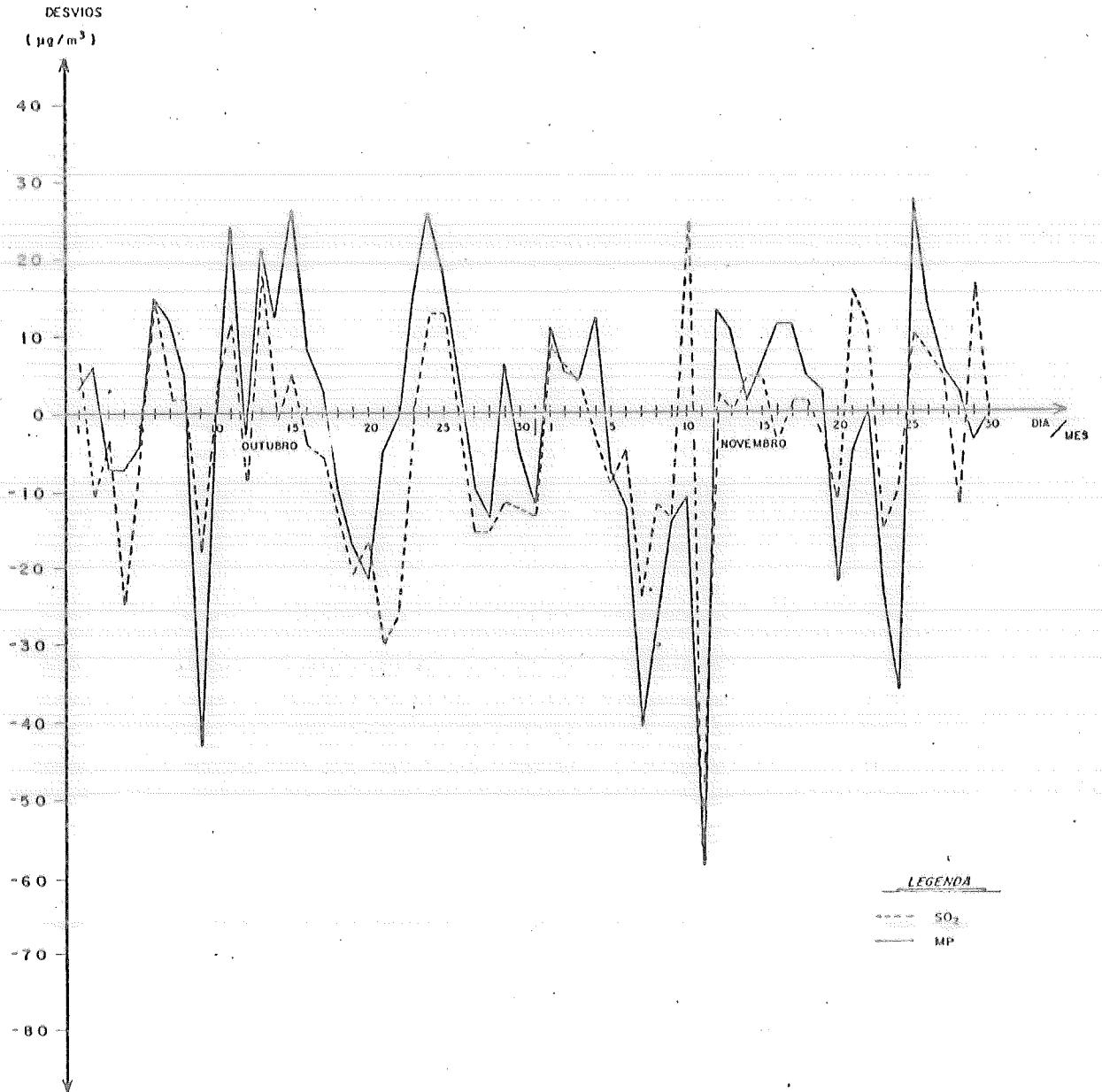


FIGURA Nº 8 — VARIACÃO DOS DESVIOS DAS CONCENTRAÇÕES DE SO₂ E MP OBTIDOS NAS ESTAÇÕES TIPO OPS/OMS



LEGENDA

- SO₂
- MP

A N E X O 1

Dados de SO₂

PJ. 1.1 - ESTAÇÃO CERQUEIRA CÉSAR

SO₂ µg/m³ - JUNHO - 1980

DIA	OPS/OMS TEL. PERÍODO	Nº DE HORAS	OPS/OMS	OPS/OMS ESPEC.	TELEMÉTRICA		
					PPB	µg/m ³	Nº DE DADOS
01							
02							
03							
04							
05							
06							
07							
08							
09							
10							
11	12-12	24	230	240	104	272	24
12	12-12	24	206	194	081	212	24
13	12-11	23	119	*	053	139	24
14	12-12	24	012	067	019	050	24
15	12-12	24	103	075	026	068	24
16	12-12	24	076	078	030	078	24
17	12-11	23	156	159	068	178	22
18	11-11	24	206	240	091	238	21
19	12-11	23	189	208	079	207	23
20	11-12	25	142	140	045	118	24
21	12-12	24	110	085	020	052	23
22	12-11	23	061	049	015	039	21
23	11-11	24	064	043	011	029	22
24	11-12	25	173	131	044	115	25
25	12-12	24	166	178	064	168	24
26	12-11	23	098	093	038	100	23
27	11-11	24	078	099	035	092	24
28	11-12	25	061	068	030	079	24
29	12-11	23	168	193	061	160	23
30	11-11	24	181	204	068	178	24
31							

* - Quebra do frasco lavador de gases

OBS: a partir do dia 11.06.80 foi iniciada o estudo de SO₂ da Estação Cerqueira César.

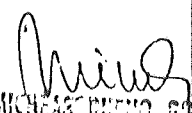
Miriam
 Coord. de Análise de Ar
 Centro de Análise de Ar e Qualidade Ambiental
 Análise de Ar

PJ. 1.1 - ESTAÇÃO CERQUEIRA CESAR

SO₂ µg/m³ - JULHO - 1980

DIA	OPS/OMS TEL. PERÍODO	Nº DE HORAS	OPS/OMS	OPS/OMS ESPEC.	TELEMÉTRICA		
					PPB	µg/m ³	Nº DE DADOS
01	11-11	24	175	208	095	249	24
02	11-12	25	109	087	025	066	24
03	12-12	24	067	057	024	063	24
04	12-12	24	088	076	023	060	24
05	12-12	24	118	081	026	068	24
06	12-11	23	064	065	021	055	23
07	11-12	25	102	104	034	089	23
08	12-12	24	145	170	068	178	24
09	12-12	24	101	140	050	131	18
10	12-12	24	121	131	*	*	-
11	12-12	24	121	118	*	*	-
12	12-13	25	164	169	065	170	25
13	13-12	23	168	178	068	178	24
14	12-12	24	096	110	*	*	-
15	12-11	23	079	086	*	*	-
16	11-11	24	062	058	*	*	-
17	11-12	25	175	178	*	*	-
18	12-11	23	222	213	084	220	18
19	11-12	25	181	157	050	131	22
20	12-11	23	212	204	079	207	21
21	11-12	25	119	150	*	*	-
22	12-12	24	108	116	*	*	-
23	12-12	24	116	107	040	105	23
24	12-11	23	100	080	034	089	23
25	11-12	25	090	096	038	100	22
26	12-11	23	144	162	069	181	24
27	11-11	24	061	085	014	037	24
28	11-12	25	071	079	025	066	24
29	12-11	23	127	165	057	149	21
30	11-11	24	062	084	033	086	24
31	11-12	25	058	059	024	063	23

* - Monitor de SO₂ com defeito

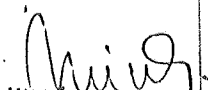

 QUIM. MICHEL BUENO
 Chefe da Div. de Monitoramento e
 Análise do Ar

PJ. 1.1 - ESTAÇÃO CERQUEIRA CÉSAR

 SO₂ µg/m³ - AGOSTO - 1980

DIA	OPS/OMS TEL. PERÍODO	Nº DE HORAS	OPS/OMS	OPS/OMS ESPEC.	TELEMÉTRICA		
					PPB	µg/m ³	Nº DE DADOS
01	12-12	24	062	044	017	044	24
02	12-11	23	073	067	*	*	**
03	11-11	24	069	071	*	*	**
04	11-11	24	121	102	*	*	**
05	12-11	23	108	150	*	*	**
06	11-11	24	068	099	034	089	24
07	11-11	24	081	108	047	123	24
08	11-11	24	171	182	**	**	-
09	11-11	24	110	100	032	084	22
10	10-11	25	086	087	*	*	-
11	11-11	24	117	098	*	*	-
12	11-11	24	044	050	014	037	23
13	11-11	24	056	059	027	071	24
14	11-11	24	142	137	057	149	24
15	11-11	24	112	101	046	120	24
16	11-12	25	134	159	086	225	24
17	12-12	24	103	135	039	102	24
18	12-12	24	113	***	043	113	24
19	12-12	24	123	151	**	**	**
20	11-11	24	200	200	078	204	20
21	11-11	24	128	125	048	126	19
22	11-11	24	132	161	061	160	24
23	11-11	24	094	089	047	123	24
24	11-11	24	055	056	018	047	24
25	11-09	22	148	158	071	186	23
26	10-11	25	098	116	046	120	24
27	11-14	27	053	042	017	044	24
28	14-11	21	048	041	018	047	24
29	11-11	24	059	069	032	084	24
30	11-12	25	116	119	**	**	-
31	12-12	24	147	160	063	165	23

* - Monitor de SO₂ com poeira
 ** - Nº de dados insuficiente
 *** - Quebra do frasco lavador de gás


 QUIM. MICHÉAS BUENO GOD
 Chefe da Div. de Amostragem
 Análise do Ar

PJ. 1.1 - ESTAÇÃO CERQUEIRA CÉSAR

SO₂ µg/m³ - SETEMBRO - 1980

DIA	OPS/OMS TEL. PERÍODO	Nº DE HORAS	OPS/OMS	OPS/OMS ESPEC.	TELEMÉTRICA		
					PPB	µg/m ³	Nº DE DADOS
01	12-11	23	115	143	**	**	-
02	10-10	24	095	113	**	**	-
03	11-10	23	149	148	**	**	-
04	11-11	24	090	088	**	**	-
05	11-11	24	080	068	027	071	19
06	11-11	24	069	070	029	076	24
07	11-11	24	077	088	022	058	24
08	11-11	24	116	118	030	079	24
09	11-11	24	124	144	057	149	24
10	11-11	24	057	064	024	063	24
11	11-11	24	078	090	038	100	24
12	11-12	25	083	073	011	029	24
13	12-12	24	090	078	022	058	24
14	12-12	24	122	147	043	113	23
15	11-11	23	075	094	041	107	24
16	11-11	24	067	073	029	076	24
17	11-11	24	045	050	022	058	24
18	11-11	24	075	072	041	107	24
19	11-11	24	186	220	081	212	23
20	11-12	25	124	146	047	123	24
21	12-11	23	085	094	*	*	-
22	11-12	25	038	050	*	*	-
23	12-11	23	081	074	*	*	-
24	12-12	24	095	096	028	073	24
25	12-12	24	081	068	026	068	24
26	12-12	24	057	040	022	058	24
27	12-11	23	054	054	**	**	-
28	11-10	23	062	058	022	058	24
29	11-12	25	080	096	042	110	24
30	12-12	24	130	133	056	147	24
31							

* - Estação de Cerqueira César

** - Nº. de dados insuficiente

Handwritten signature

PJ. 1.1 - ESTAÇÃO CERQUEIRA CÉSAR

SO₂ µg/m³ - OUTUBRO - 1980

DIA	OPS/OMS TEL. PERÍODO	Nº DE HORAS	OPS/OMS	OPS/OMS ESPEC.	TELEMÉTRICA		
					PPB	µg/m ³	Nº DE DADOS
01	12-11	23	109	102	035	092	22
02	11-12	25	098	109	034	089	23
03	12-12	24	164	167	068	178	23
04	12-12	24	121	146	059	154	23
05	12-12	24	098	102	030	079	23
06	12-11	23	043	029	005	013	13*
07	11-12	25	064	062	**	**	-
08	12-12	24	060	058	138	362	09*
09	12-12	24	067	086	029	076	15*
10	12-11	23	074	069	009	024	8*
11	11-12	25	085	073	**	**	-
12	12-12	24	081	090	**	**	-
13	12-11	23	072	054	**	**	-
14	11-12	25	068	069	024	063	9*
15	12-11	23	069	064	030	079	22
16	11-11	24	079	083	019	050	6*
17	11-11	24	109	114	**	**	-
18	11-11	24	148	161	068	178	20
19	11-10	23	105	126	042	110	22
20	10-11	25	080	096	030	079	24
21	11-11	24	140	170	064	168	23
22	11-11	24	112	138	052	136	21
23	11-11	24	065	064	018	047	20
24	11-11	24	065	052	015	039	23
25	11-11	24	069	056	026	068	23
26	11-11	24	069	071	031	081	23
27	11-11	24	131	146	050	131	23
28	11-12	25	066	081	028	073	18
29	12-11	23	109	120	043	113	22
30	11-11	24	106	118	046	120	18
31	11-12	25	055	068	024	063	24

* - Nº de dados insuficiente (Telemétrica)

** - Monitor de SO₂ com defeito

Mirny
 QUIM. INDUST. E SERVIÇOS S/A
 do Div. de Análises e
 Controle

PJ. 1.1 - ESTAÇÃO CERQUEIRA CESAR

 $\dot{S}O_2$ $\mu g/m^3$ - NOVEMBRO - 1980

DIA	OPS/OMS TEL. PERÍODO	Nº DE HORAS	OPS/OMS	OPS/OMS ESPEC.	TELEMÉTRICA		
					PPB	$\mu g/m^3$	Nº DE DADOS
01	11 - 10	23	58	49	21	55	22
02	10 - 11	25	41	35	14	37	24
03	11 - 11	24	73	69	25	66	23
04	11 - 11	24	90	93	31	81	23
05	11 - 11	24	81	90	31	81	23
06	11 - 11	24	95	99	36	94	23
07	11 - 11	24	73	97	38	100	23
08	11 - 10	23	51	62	24	63	22
09	10 - 10	24	75	88	30	79	23
10	10 - 11	25	67	41	21	55	23
11	11 - 11	24	66	122	25	66	21
12	11 - 10	23	63	60	21	55	19
13	10 - 10	24	61	61	24	63	23
14	10 - 11	25	67	62	29	76	24
15	11 - 11	24	66	61	24	63	21
16	11 - 11	24	80	84	27	71	23
17	11 - 10	23	85	83	28	73	21
18	10 - 11	25	62	60	22	58	24
19	11 - 11	24	75	78	28	73	23
20	11 - 10	23	79	90	35	92	22
21	10 - 11	25	136	120	45	118	24
22	11 - 11	24	107	96	30	79	23
23	11 - 11	24	82	97	30	79	23
24	11 - 11	24	54	63	19	50	23
25	11 - 10	23	77	66	20	52	22
26	10 - 11	25	73	65	27	71	24
27	11 - 11	24	77	72	26	68	23
28	11 - 09	22	65	77	24	63	21
29	09 - 10	25	94	77	34	89	24
30	10 - 10	24	82	84	30	79	23
31							

A N E X O 2

Dados de Material Particulado

CETESB - CIA. DE TECNICAS E VIGILANCIA AMBIENTAL
BIBLIOTECA
Av. Prof. Frederico Faria, 151 - CEP. 05459 - Pinheiros
SAO PAULO - BRASIL

PJ. 1.1 - ESTAÇÃO CERQUEIRA CESAR

POEIRA $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - OUTUBRO - 1980

DIA	OPS/OMS TEL. PERÍODO	Nº DE HORAS	OPS/OMS	OPS/OMS ESPEC.	HI-VOL	TELEMÉTRICA	
						$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nº DADOS
01	12-11	23	059	056			
02	11-12	25	070	064			
03	12-12	24	097	104			
04	12-12	24	109	116			
05	12-12	24	071	075			
06	12-11	23	022	007			
07	11-12	25	046	034			
08	12-12	24	056	051			
09	12-12	24	048	091			
10	12-11	23	042	042			
11	11-12	25	057	033			
12	12-12	24	052	055			
13	12-11	23	033	012			
14	11-12	25	038	026			
15	12-11	23	048	022			
16	11-11	24	051	043			
17	11-11	24	064	061			
18	11-11	24	100	110			
19	11-10	23	068	085			
20	10-11	25	062	084			
21	11-11	24	100	105			
22	11-11	24	104	105			
23	11-11	24	044	029			
24	11-11	24	042	016			
25	11-11	24	044	026			
26	11-11	24	038	031			
27	11-11	24	074	084			
28	11-12	25	052	066	136	067	20
29	12-11	23	079	073	130	084	23
30	12-11	23	105	110	*	110	09
31	11-12	25	050	062	*	065	21

OBS- Do dia 01 a 27 de outubro de 1980 o Hi-Vol permaneceu desligado devido ao não funcionamento do monitor de poeira.

* - Problema no motor do Hi-vol (Escovas)

PJ. 1.1 - ESTAÇÃO CERQUEIRA CÉSAR

POEIRA $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - NOVEMBRO - 1980

DIA	OPS/OMS TEL. PERÍODO	Nº DE HORAS	OPS/OMS	OPS/OMS ESPEC.	HI-VOL	TELEMÉTRICA	
						$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nº DADOS
01	11 - 10	23	38	27	73	49	23
02	10 - 11	25	22	17	68	42	25
03	11 - 11	24	42	38	105	63	24
04	11 - 11	24	55	43	136	86	24
05	11 - 11	24	47	55	127	80	24
06	11 - 11	24	65	78	180	124	24
07	11 - 11	24	53	94	168	94	24
08	11 - 10	23	52	78	120	66	23
09	10 - 10	24	44	58	99	61	23
10	10 - 11	25	21	32	82	45	25
11	11 - 11	24	44	103	65	42	22
12	11 - 10	23	33	18	67	41	19
13	10 - 10	24	28	18	76	40	22
14	10 - 11	25	32	31	99	72	22
15	11 - 11	24	32	26	88	63	22
16	11 - 11	24	33	22	101	75	23
17	11 - 10	23	44	33	102	63	16
18	10 - 11	25	36	32	84	56	25
19	11 - 11	24	44	42	137	66	24
20	11 - 10	23	74	97	130	84	23
21	10 - 11	25	70	75	142	88	25
22	11 - 11	24	42	42	135	93	24
23	11 - 11	24	40	64	118	76	24
24	11 - 11	24	38	74	80	42	24
25	11 - 10	23	45	18	58	36	23
26	10 - 11	25	35	22	77	52	25
27	11 - 11	24	41	36	94	60	24
28	11 - 09	22	38	36	114	70	22
29	09 - 10	25	55	59	*	94	25
30	10 - 10	24	68	68	*	77	24
31							

* - Motor do Hi-Vol com defeito (Escovas)

PJ. 1.1 - ESTAÇÃO CERQUEIRA CESAR

POEIRA $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - DEZEMBRO - 1980.

DIA	OPS/OMS TEL. PERÍODO	Nº DE HORAS	OPS/OMS	OPS/OMS ESPECIAL	HI-VOL	TELEMÉTRICA	
						$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nº DADOS
01	10 - 11	25	62	119	84	59	25
02	11 - 10	23	114	115	123	82	23
03	10 - 09	23	72	85	143	93	23
04	09 - 10	25	74	125	132	74	25
05	10 - 09	23	35	108	127	61	23
06	09 - 09	24	45	107	112	56	22
07	09 - 09	24	40	52	110	66	24
08	09 - 10	25	50	66	98	83	20
09	10 - 11	25	48	50	105	65	23
10	11 - 10	23	48	71	209	82	23
11	11 - 11	24	74	102	174	103	24
12	11 - 11	24	58	124	116	84	24
13	11 - 11	24	62	120	124	96	24
14	11 - 11	24	34	74	86	62	24
15	11 - 11	24	32	55	89	51	24
16	11 - 11	24	48	102	138	79	24
17	11 - 10	23	59	118	151	96	23
18	10 - 09	23	54	117	151	83	23
19	11 - 11	24	36	105	111	54	24
20	11 - 11	24	52	102	136	74	24
21	11 - 11	24	28	82	101	50	24
22	11 - 12	25	39	89	80	49	25
23	12 - 11	23	73	95	114	77	23
24	11 - 11	24	75	82	118	82	22
25	11 - 11	24	55	65	101	82	24
26	11 - 11	24	46	45	67	55	24
27	11 - 11	24	41	27	70	46	24
28	11 - 11	24	50	75	85	50	24
29	11 - 10	23	28	75	72	48	12*
30	10 - 11	25	56	100	96	90	22
31	11 - 11	24	52	30	65	65	18

* Nº de dados insuficiente (Telemétrica)

PJ. 1.1 - ESTAÇÃO CERQUEIRA CÉSAR

POEIRA $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - JANEIRO - 1981

DIA	OPS/OMS TEL. PERÍODO	Nº DE HORAS	OPS/OMS	OPS/OMS ESPEC.	HI-VOL	TELEMÉTRICA	
						$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nº DADOS
01	10 - 11	25	23	7	109	49	22
02	11 - 11	24	22	12	68	49	24
03	11 - 11	24	27	21	**	51	22
04	11 - 11	24	14	27	**	51	20
05	11 - 11	24	34	38	85	55	24
06	11 - 11	24	79	55	137	59	9*
07	11 - 11	24	86	65	131	82	20
08	11 - 11	24	44	56	113	74	24
09	11 - 11	24	52	32	94	63	24
10	11 - 11	24	78	46	110	84	24
11	11 - 11	24	54	39	94	88	5*
12	11 - 12	25	72	62	104	***	***
13	12 - 11	23	66	40	91	66	19
14	11 - 11	24	50	90	124	90	24
15	11 - 11	24	87	94	87	63	24
16	11 - 11	24	54	16	72	37	6*
17	11 - 12	25	54	34	98	62	22
18	12 - 12	23	65	70	115	96	24
19	12 - 11	23	81	113	47	-	-
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							

* - Nº de dados insuficiente (Telemétrica)

** - Problema no motor do Hi-Vol (escovas)

*** - Monitor de poeira com defeito

OBS: A partir do dia 20.01.81 foi desativada a Estação de Cerqueira César.

36 p.

BIBLIOGRAFIA

1. PJ. 1.1 - Projeto de estudo para a comparação de dados gerados pelas estações OPS/OMS e estações automáticas. GQAR/DAV-GEE-AR/DAID - 1979.
2. Johnson N.L. e Leone C.F., STATISTICS AND EXPERIMENTAL DESIGN IN ENGINEERING AND THE PHYSICAL SCIENCES, Vol. II, 1964, John Wiley & Sons, Inc., New York, USA.
3. PJ. 15.1/78 - Estudo Comparativo entre Amostradores de Poeira High Volume Sampler e Absorção de Raios β . STAR/DTSA - 1979.

