

**CETESB**

**COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL**

---

**DIRETORIA DE RECURSOS HÍDRICOS E  
ENGENHARIA AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO DE QUALIDADE AMBIENTAL**

**DIVISÃO DE QUALIDADE DO AR**

**SETOR DE METEOROLOGIA**

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA Prof. Dr. Lucas Nogueira Garcez  
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 345 - Pinheiros  
05489-900 - SÃO PAULO - BRASIL

**ESTUDO PARA O  
ESTABELECIMENTO DE  
PADRÕES METEOROLÓGICOS  
NA RMSP**

---

**NOVEMBRO/1996**

CLASS.	
AUTOR.	
TOMO	029015

B303  
M931e(RCET  
029015  
Ex.2

ARQUIVO TECNICO

8303  
M931e(RCET)  
029014



21870



029014

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

CETESB

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRÁFICA

## DOCUMENTO

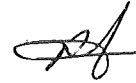
TIPO	DATA	ORIGEM	Nº PÁGINA/V.	Nº MAPAS
RELATÓRIO	1996	EQQM	30	7

## TÍTULO DO DOCUMENTO

ESTUDO PARA O ESTABELECIMENTO  
DE PADRÕES METEOROLÓGICOS NA RMSP

## AUTOR RESPONSÁVEL

ASSINATURA / CARIMBO / DATA



RICARDO ANAZIA  
GERENTE DO SETOR DE METEOROLOGIA  
REG. 01.4902-0 - CREA 100109/SP

## AUTORES/ENTIDADES OU UNIDADES A QUE PERTENCEM

Clarice Aico Muramoto - EQQM  
Dirce Maria Pellegatti Franco - EQQM  
Ricardo Anazia - EQQM

## DOCUMENTO AUTORIZADO POR

ASSINATURA / CARIMBO / DATA

Quim. CLÁUDIO DARWIN ALONSO  
Gerente do Dept. de Qualidade Ambiental  
Reg. 01.1332-6 - (PP) 04100322

## DOCUMENTO REVISADO

ASSINATURA / CARIMBO / DATA

Quim. JESSUINO ROMANO  
Gerente da Divisão de Qualidade do Ar  
Reg. 01-2535-3 - CRO 0016458

## CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA

EXTERNA  INTERNA  
 RESERVADA

## PALAVRAS CHAVES

Monóxido de Carbono, Condições Meteorológicas.

## CÓDIGO E TÍTULO DO PROJETO

12.2.01.E.0

## DISTRIBUIÇÃO INTERNA

ÁREAS/Nº DE CÓPIAS  
DTSI (2)

## USO DA BIBLIOTECA

CLASSIFICAÇÃO DE ASSUNTO	Nº DOCUMENTO	VISTO / CARIMBO / DATA

C-17228 - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - Setor de Engenharia - Rua Francisco de Assis, 345 - CEP 05259-900 - São Paulo - SP - Tel: (0XX11) 3063-0000 - Fax: (0XX11) 3063-8002 - Telex: 118068 - C.N.P.J. 04.576.491/0001-70 - Insc. Est. nº 109.051.975-18 - Insc. Munic. nº 0090.012-7 - Site: www.cetesb.sp.gov.br

RESUMO

Este estudo estabelece padrões de sistemas meteorológicos predominantes em superfície sobre a RMSP que influenciam a dispersão/concentração do poluente monóxido de carbono (CO). Neste estudo foram encontrados 4 sistemas meteorológicos de grande escala que predominaram sobre a RMSP, no período de 1992 a 1994, nos meses de maio, junho, agosto e setembro. Os sistemas encontrados foram: anticiclone subtropical, anticiclone polar em transição para subtropical, anticiclone polar e baixa pressão. Desse modo foram definidos 7 padrões meteorológicos e classificados em relação às condições para dispersão de poluentes (do mais desfavorável para o mais favorável). O domínio do anticiclone subtropical sobre a região, com frente fria no sul do Brasil ou Uruguai, gerou as condições mais desfavoráveis à dispersão de poluentes, enquanto que os anticiclones polares proporcionaram as condições mais favoráveis.

OBSERVAÇÕES

USO DA BIBLIOTECA

LOCAL	EDITORA
IDIOMA	
PORTUGUÊS <input type="checkbox"/> INGLÊS <input type="checkbox"/> ESPANHOL <input type="checkbox"/> FRANCÊS <input type="checkbox"/> ALEMÃO <input type="checkbox"/> ITALIANO <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/>	
SÉRIE	

## 1. Introdução

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) tem registrado no período de inverno índices bastante elevados de poluição do ar. O elevado número de veículos automotores que circulam na RMSP associado a uma estrutura viária deficiente são responsáveis por grande parte dessa poluição, sendo os automóveis a principal fonte de emissão do poluente monóxido de carbono (CO), conforme inventário de fontes (CETESB, 1995).

Vários estudos mostram que há uma grande relação entre os altos índices de poluição e os fenômenos meteorológicos, tais como: Setzer (1979), Abreu (1985); Sagula et. al. (1989), Comrie & Yarnal (1992), Parreira et. al. (1992), Lacava et. al. (1994), Muramoto et. al. (1994, 1995). O estudo realizado pela CETESB (1996) mostrou que, na RMSP, o maior número de ultrapassagem do padrão de qualidade do ar pelo poluente CO ocorre, principalmente, nos meses de maio a setembro.

O objetivo deste trabalho é estabelecer padrões de sistemas meteorológicos predominantes em superfície sobre a RMSP e relacioná-los com as concentrações do poluente CO, medidos pelas estações da rede automática de monitoramento da qualidade do ar da CETESB.

Situações meteorológicas idênticas, como é sabido, não ocorrem, todavia, pode-se estabelecer, a partir das medidas de algumas variáveis meteorológicas, situações meteorológicas semelhantes, que relacionadas aos valores medidos de poluição do ar podem fornecer subsídios para uma estimativa quantitativa da redução da emissão, e conseqüentemente da poluição do ar, nos dias de redução de circulação de veículos. Os resultados deste trabalho também poderão ser utilizados como subsídio para avaliação das ações de controle para o poluente CO.

## 2. Dados e Metodologia

Os dados meteorológicos e de poluição do ar, utilizados neste trabalho, encontram-se a seguir:

- dados de concentrações (média-horária e média-móvel de 8 horas) de CO das estações Cerqueira César e Centro, da Rede Telemétrica da CETESB;
- dados horários de velocidade do vento na RMSP, medidos em 13 estações da Rede Telemétrica da CETESB;
- dados de radiossondagem realizada às 09:00h no Aeroporto de Congonhas e fornecidos pela Força Aérea Brasileira (FAB);
- dados meteorológicos sinóticos de superfície das 09:00h fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET);
- dados diários de precipitação pluviométrica da Estação Meteorológica do Mirante de Santana do INMET;

- imagens dos satélites meteorológicos GOES-E/ METEOSAT-3/ METEOSAT-4, das 06:00, 09:00 e 15:00h, fornecidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Utilizou-se dados medidos e observados nos meses de maio, junho, agosto e setembro, dos anos de 1992 a 1994, como elementos para estabelecer relações entre as concentrações de CO e as condições meteorológicas. Foram desconsiderados, neste estudo, os dias correspondentes aos sábados, domingos e feriados, pois a emissão desse poluente nestes dias, em geral, é reduzida pela diminuição dos veículos em circulação, bem como o mês de julho quando a emissão é reduzida devido às férias escolares.

A metodologia utilizada para o estabelecimento dos padrões baseou-se nos seguintes itens:

- a partir das análises de cartas sinóticas de superfície e imagens de satélite, selecionou-se sistemas meteorológicos de grande escala;
- através da radiossondagem calculou-se as alturas da base e do topo das inversões térmicas;
- através dos dados de vento fornecidos pela rede automática, calculou-se a velocidade média do vento e a porcentagem de calmaria (velocidade do vento inferior a 0,5 m/s), das 15:00h do dia anterior às 14:00h do dia em estudo;
- Boletim de Qualidade do Ar, divulgado diariamente pela CETESB, que fornece as concentrações horárias de CO.

Com base nestas informações, os dias foram selecionados e agrupados segundo a semelhança meteorológica observada. A partir de então, estabeleceu-se os padrões meteorológicos.

Foram calculados os valores médios de concentração de CO (média-horária e média-móvel de 8 horas) para as estações Cerqueira César e Centro, e elaborados gráficos para cada padrão estabelecido. Selecionou-se os dados de CO, das estações Cerqueira César e Centro, por serem as únicas que apresentavam dados suficientes para o estudo em questão.

### 3. Resultados

No período estudado foram encontrados quatro sistemas meteorológicos de grande escala que predominaram em superfície sobre a RMSP. Em relação a estes sistemas foram verificadas a posição de sistemas frontais e a posição do núcleo de sistemas de alta pressão (anticiclones). Foram definidos, desta forma, sete padrões meteorológicos.

A Tabela 1 mostra a classificação dos padrões meteorológicos estabelecidos e o número de casos em que cada um destes padrões ocorreu no período estudado. Foram definidas como frente fria com fraca atividade no continente os sistemas frontais com pouca atividade de precipitação pluviométrica. Os padrões, cujos valores de porcentagem de calmaria eram muito variáveis, foram agrupados em dois tipos: **tipo a** - porcentagem de calmaria maior ou igual a 25,0% e **tipo b** - porcentagem de calmaria menor do que 25,0%.

TABELA 1 - Padrões Meteorológicos.

Sistema sinótico predominante sobre a região	Outros sistemas sinóticos	Padrão	Tipo	nº de casos
Anticiclone Subtropical	Frente fria no Uruguai ou sul do Brasil	1	a	53
			b	16
	Sem frente fria no Uruguai ou sul do Brasil	2		7
Anticiclone em transição	Frente fria no Uruguai ou sul do Brasil	3		22
	Sem frente fria no Uruguai ou sul do Brasil	4		15
Anticiclone Polar	Sem o núcleo do anticiclone sobre a região	5	a	6
			b	58
Baixa Pressão	Frente fria com fraca atividade no continente	6	a	11
			b	16
	Frente fria com atividade no continente	7		29

Exemplos de cartas sinóticas, representando cada padrão meteorológico, encontram-se no Apêndice A.

Na Tabela 2 são mostrados, para cada padrão, a porcentagem média de calmaria, a velocidade média do vento e as alturas médias da base e do topo das inversões térmicas. As alturas médias das inversões foram calculadas somente para os casos em que a altura da base da inversão foi abaixo de 1000m. Pode-se notar que as alturas mais baixas da base das inversões térmicas ocorreram nos

casos em que houve predomínio do anticiclone subtropical (**Padrão 1 e Padrão 2**) e as mais altas ocorreram nos caso de predomínio do anticiclone polar (**Padrão 5**) ou frente fria com atividade (**Padrão 7**).

TABELA 2 - Porcentagem média de calmaria, velocidade média do vento e alturas médias da base e do topo da inversão térmica (somente para os dias de base da inversão abaixo de 1000m).

Padrão	Tipo	Calmaria (%)	Vel. Vento (m/s)	Inv. Térmica base (m)	Inv. Térmica topo (m)
1	a	34,8	1,6	174	390
	b	18,6	1,8	154	411
2		27,3	1,6	228	502
3		10,7	1,7	264	503
4		6,7	1,9	384	646
5	a	29,7	1,7	506 **	837
	b	6,3	2,1	572	884
6	a	34,0	1,6	279 *	519
	b	16,4	1,7	297	563
7		9,0	2,0	448 **	708

\* base da inversão térmica acima de 1000m em 46% dos dias

\*\* base da inversão térmica acima de 1000m em  $\cong$  35% dos dias

As tabelas com os valores diários da porcentagem de calmaria, velocidade média do vento e alturas da base e do topo da inversão térmica, para cada padrão, encontram-se no Apêndice B.

A Figura 1 mostra os gráficos de concentração média horária de CO, na estação Cerqueira César, no período das 16:00h do dia anterior às 15:00h do dia em estudo (período considerado para o boletim de qualidade do ar da CETESB), para cada um dos padrões meteorológicos estabelecidos. Pode-se notar em cada padrão a ocorrência de dois picos horários, ou seja, um primeiro pico, de menor concentração de CO, por volta das 19:00 e 20:00h e outro, maior, às 9:00h. Estes picos devem estar associados ao tráfego intenso de veículos na região (horário de "rush"). O **Padrão 1a** é o que apresenta os maiores picos de concentração. Nos **Padrões 4 e 5** o primeiro pico de concentração é bastante baixo e o **Padrão 5b** é o que apresenta, às 9:00h, o menor pico de concentração de CO.

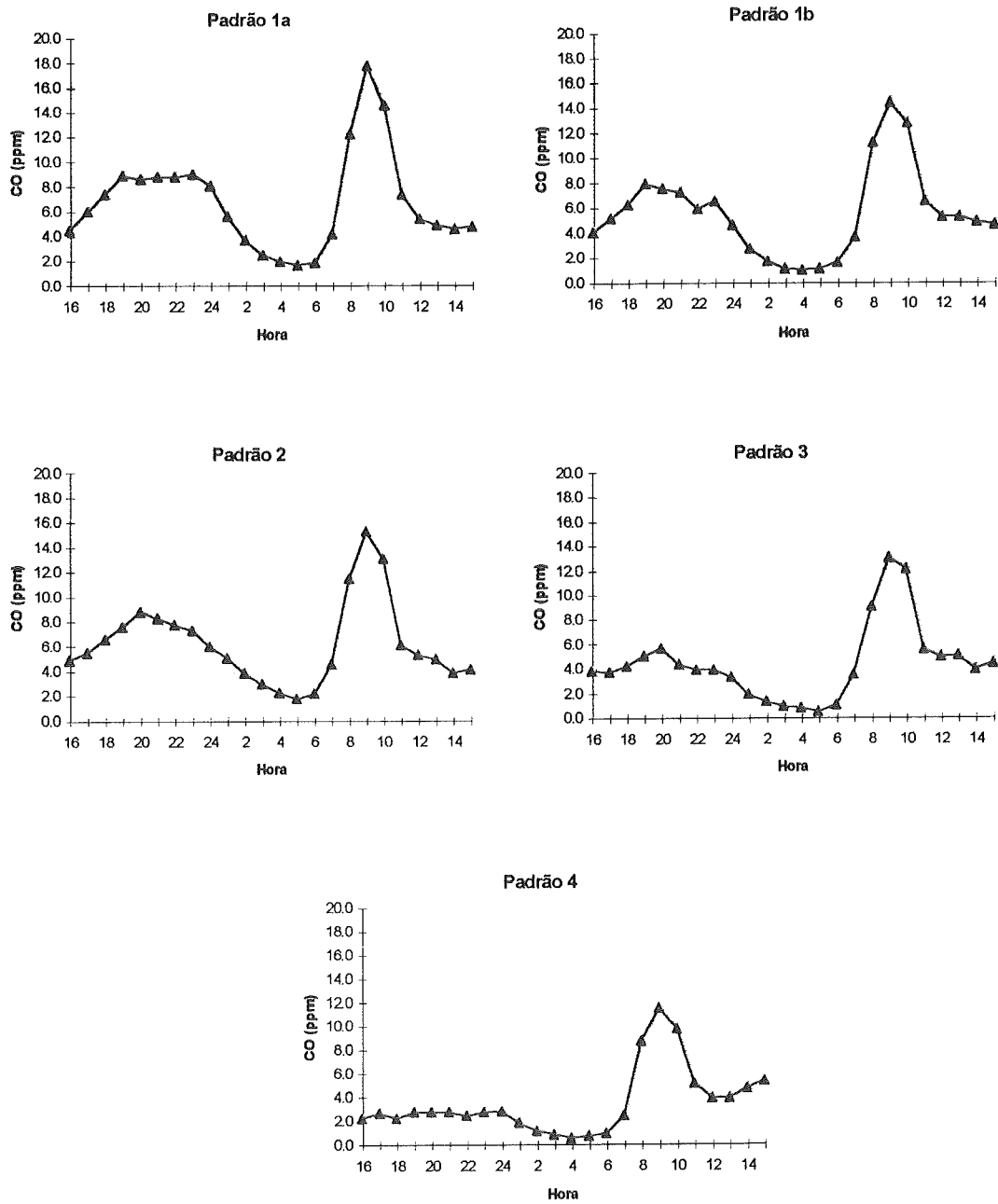


Figura 1 - Média horária de concentração de CO na estação Cerqueira César para os padrões meteorológicos estabelecidos.

(Continua)

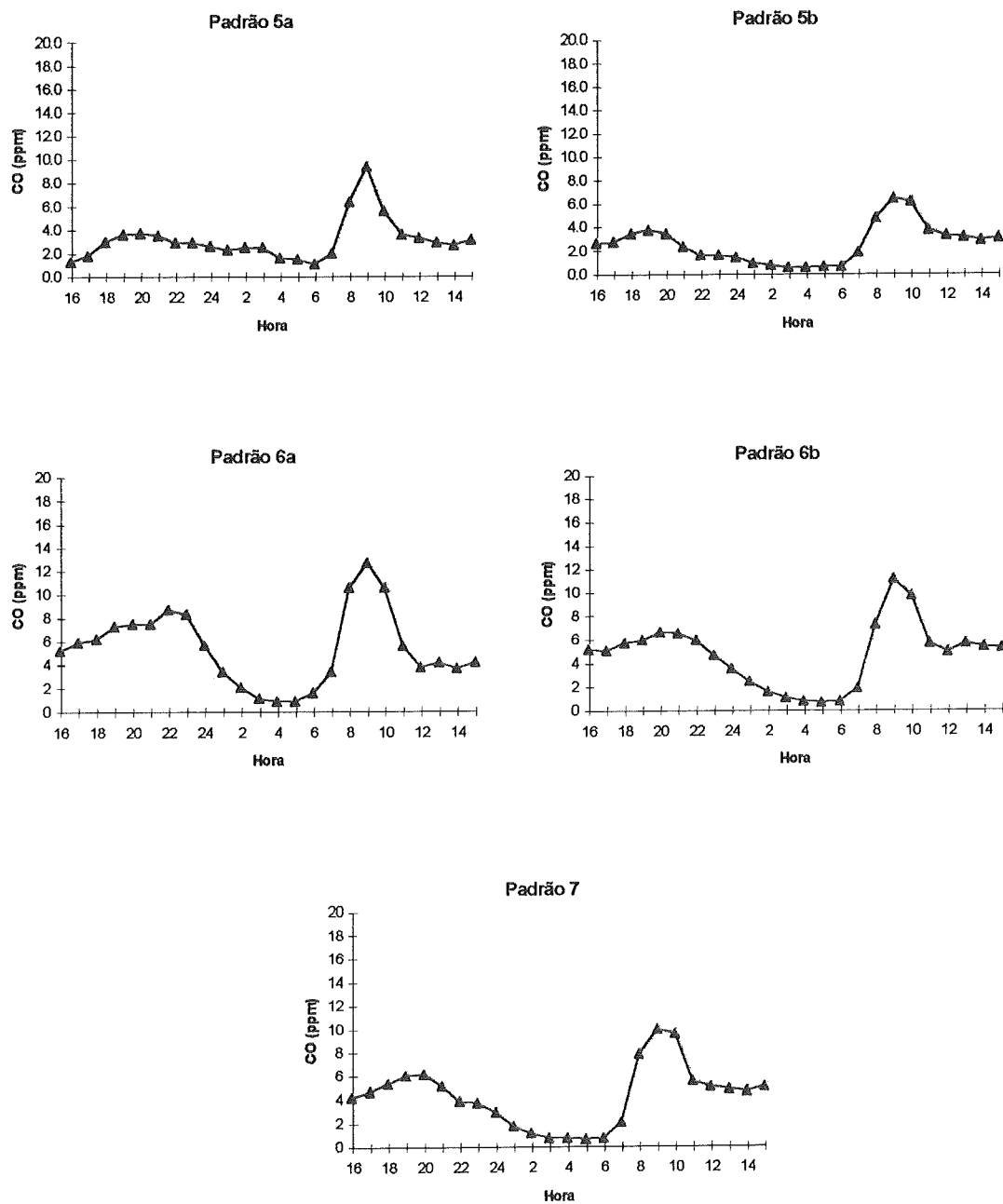


Figura 1 - Conclusão.

A qualidade do ar devido ao poluente CO é avaliada também através da média móvel de 8 horas, segundo as normas da Resolução CONAMA nº 3 de 28/06/90 (CETESB, 1995). O nível de 9ppm na média móvel é definido como padrão de qualidade do ar (PQAR) para o poluente CO, padrão este que define legalmente um limite máximo para a concentração de um poluente atmosférico que garanta a proteção da saúde e do bem estar das pessoas.

Os gráficos de média móvel de concentração de CO, da estação Cerqueira César, para cada padrão meteorológico, são mostrados na Figura 2. Observa-se que no **Padrão 1a** o nível de 9ppm é atingido às 14:00h e ultrapassado às 15:00h.

Durante a noite, apesar do nível não ser atingido, a curva às 24:00h é bastante próxima de 9ppm. Nota-se ainda que uma frente fria com fraca atividade no continente e com alta porcentagem de calmaria (**Padrão 6a**) é quase tão desfavorável à dispersão do CO quanto um anticiclone subtropical, dependendo da porcentagem de calmaria e da posição da frente (**Padrão 1b** e **Padrão 2**), estando de acordo com o observado por Abreu (1985). O **Padrão 5** é o que apresenta valores menores de concentração na média móvel, tanto para o **tipo a** quanto para o **tipo b**.

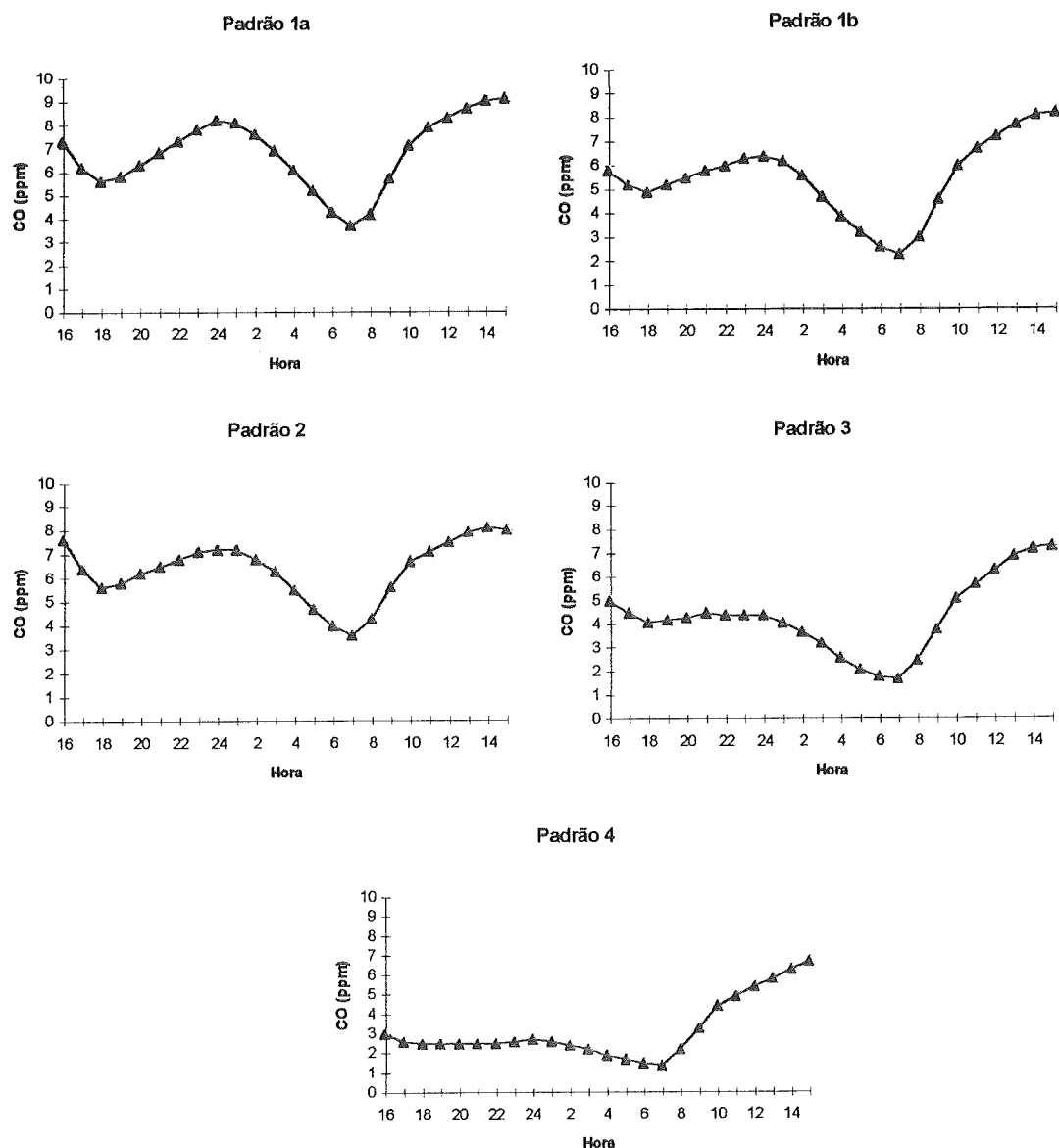


Figura 2 - Média-móvel de 8 horas de concentração de CO da estação Cerqueira César para os padrões meteorológicos estabelecidos.

(Continua)

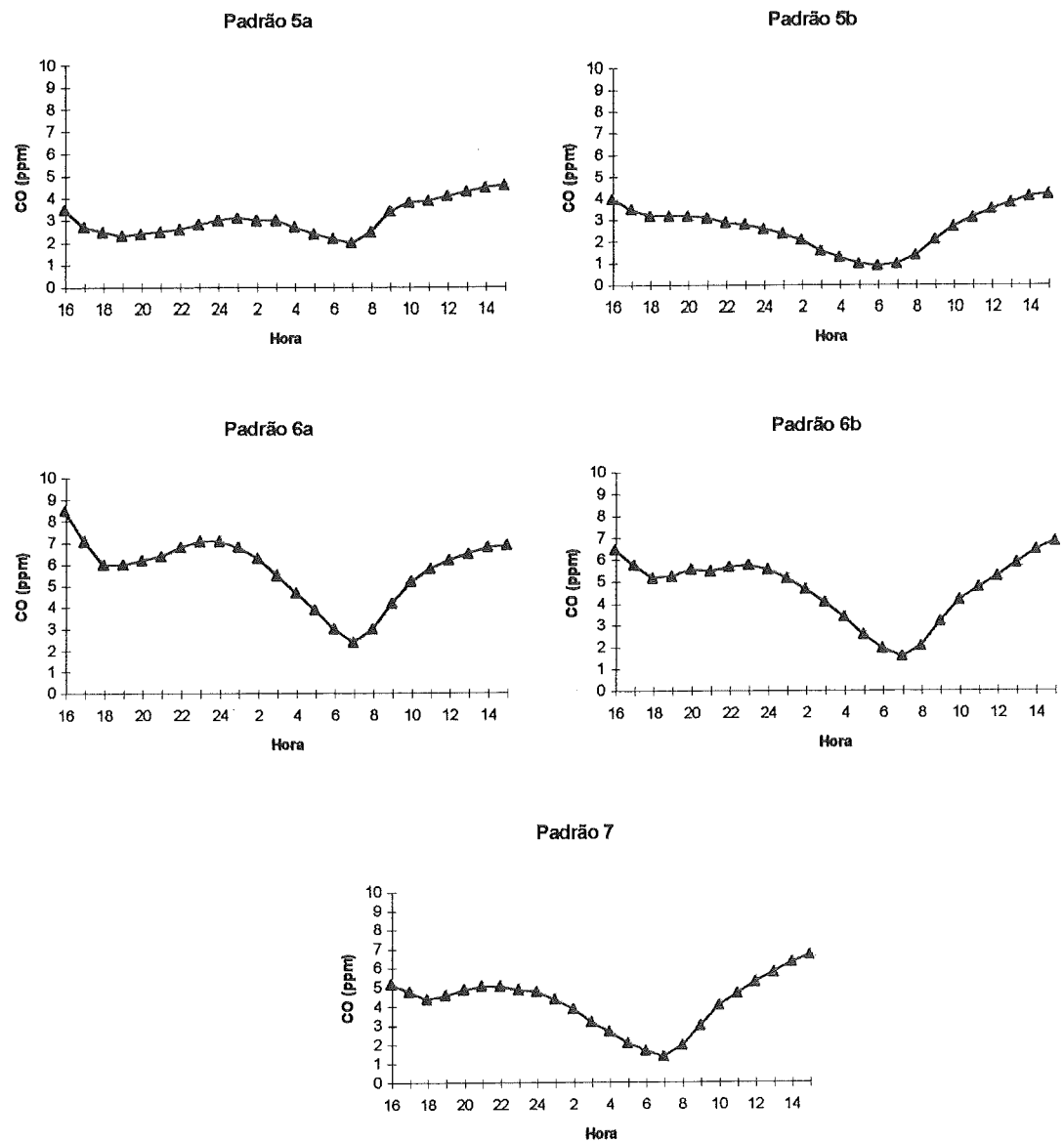


Figura 2 - Conclusão.

Os gráficos de concentração média horária de CO, da estação Centro, não mostram dois picos tão ressaltados quanto os da estação Cerqueira César, principalmente no que se refere ao segundo pico, como pode ser observado na Figura 3. Nos gráficos de média móvel da estação Centro, que são apresentados na Figura 4, observa-se que as curvas do **Padrão 1** são as que apresentam valores mais altos de concentração e que as do **Padrão 5** apresentam os valores mais baixos. É interessante notar que, nos padrões em que foram divididos por porcentagem de calmaria, os casos em que a porcentagem foi menor, a concentração de CO foi mais alta. Este comportamento não foi observado nos gráficos da estação Cerqueira César. Vale salientar que o cálculo das porcentagens de calmaria foram feitos utilizando-se dados das 13 estações medidoras de vento na RMSP, das quais as estações Cerqueira César e Centro não fazem parte por não possuírem anemógrafos. Os resultados observados nos

gráficos podem ser uma indicação de que o regime de vento da estação Cerqueira César é bem representado pelo da RMSP e que a estação Centro deve ter um comportamento local diferenciado.

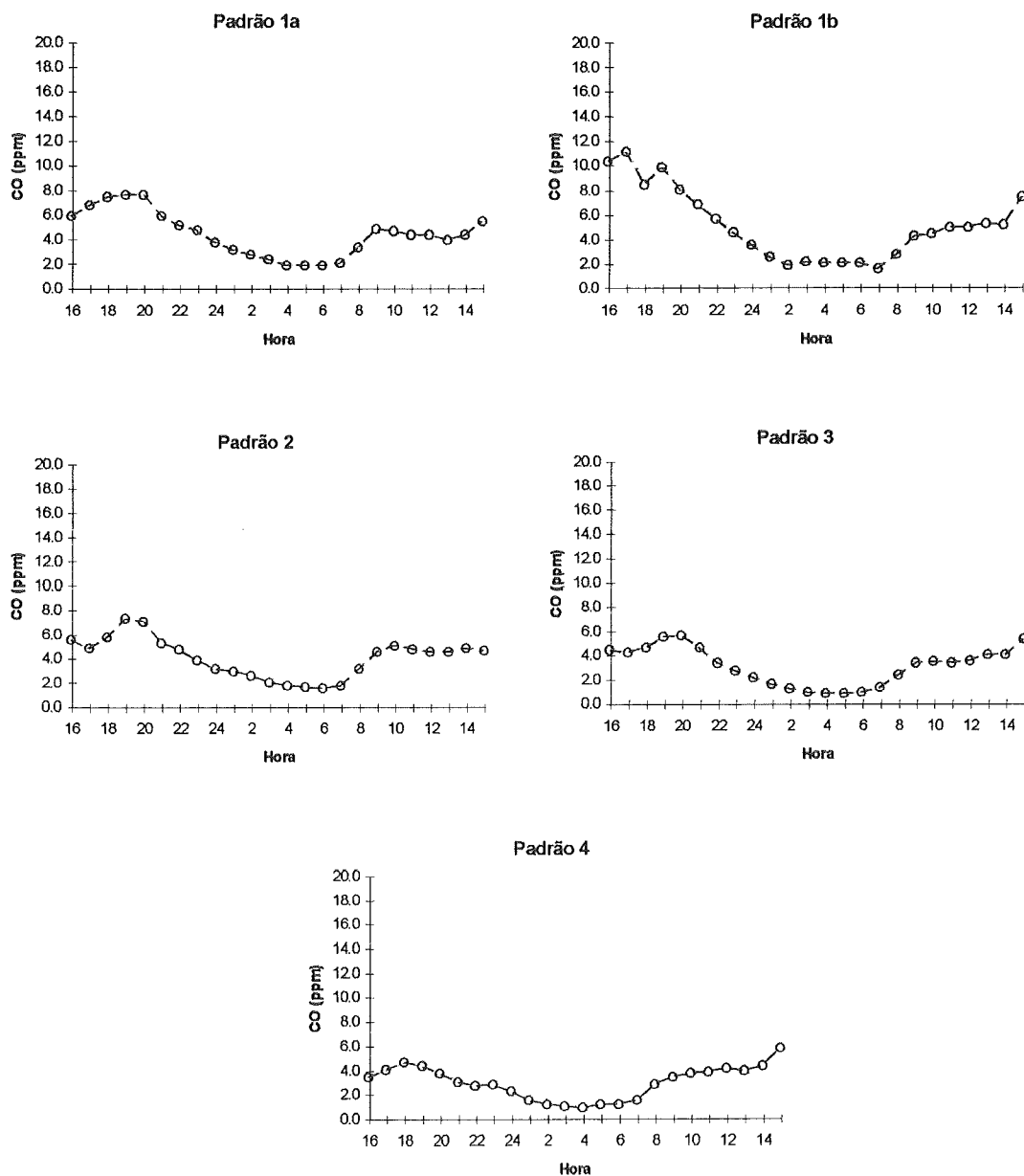


Figura 3 - Média horária de concentração de CO da estação Centro para os padrões meteorológicos estabelecidos.

(Continua)

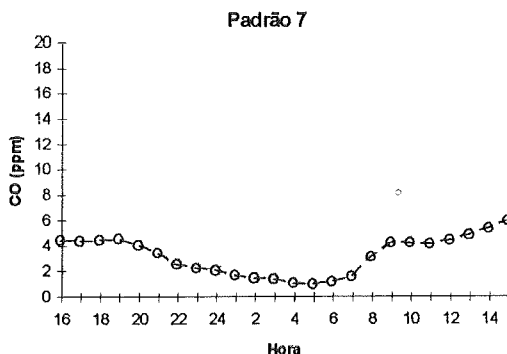
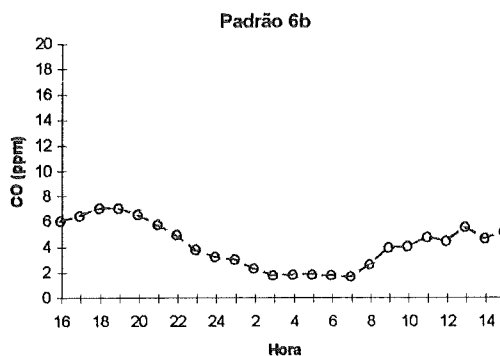
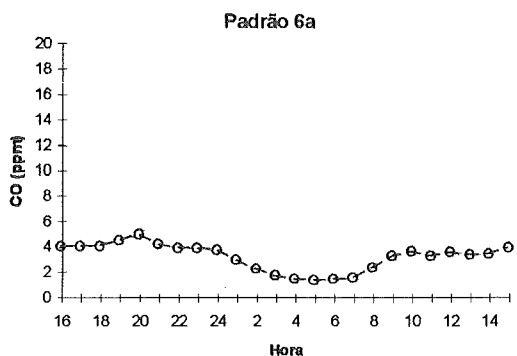
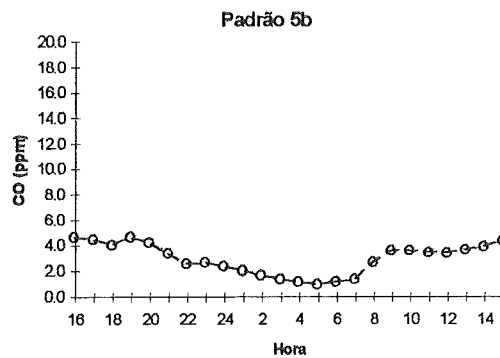
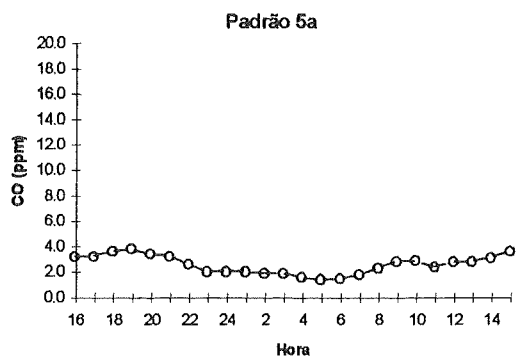


Figura 3 - Conclusão.

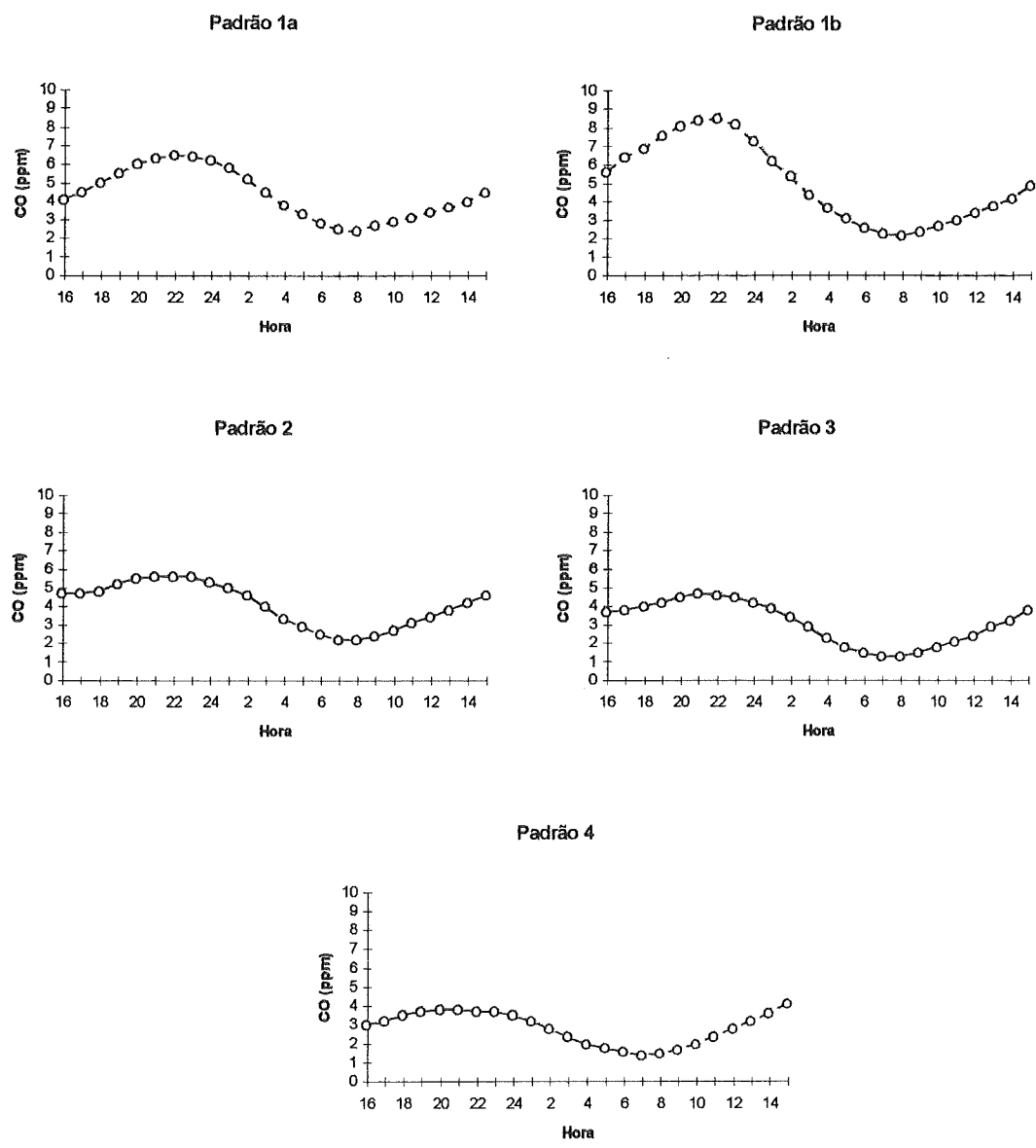


Figura 4 - Média-móvel de 8 horas de concentração de CO da estação Centro para os padrões meteorológicos estabelecidos. (Continua)

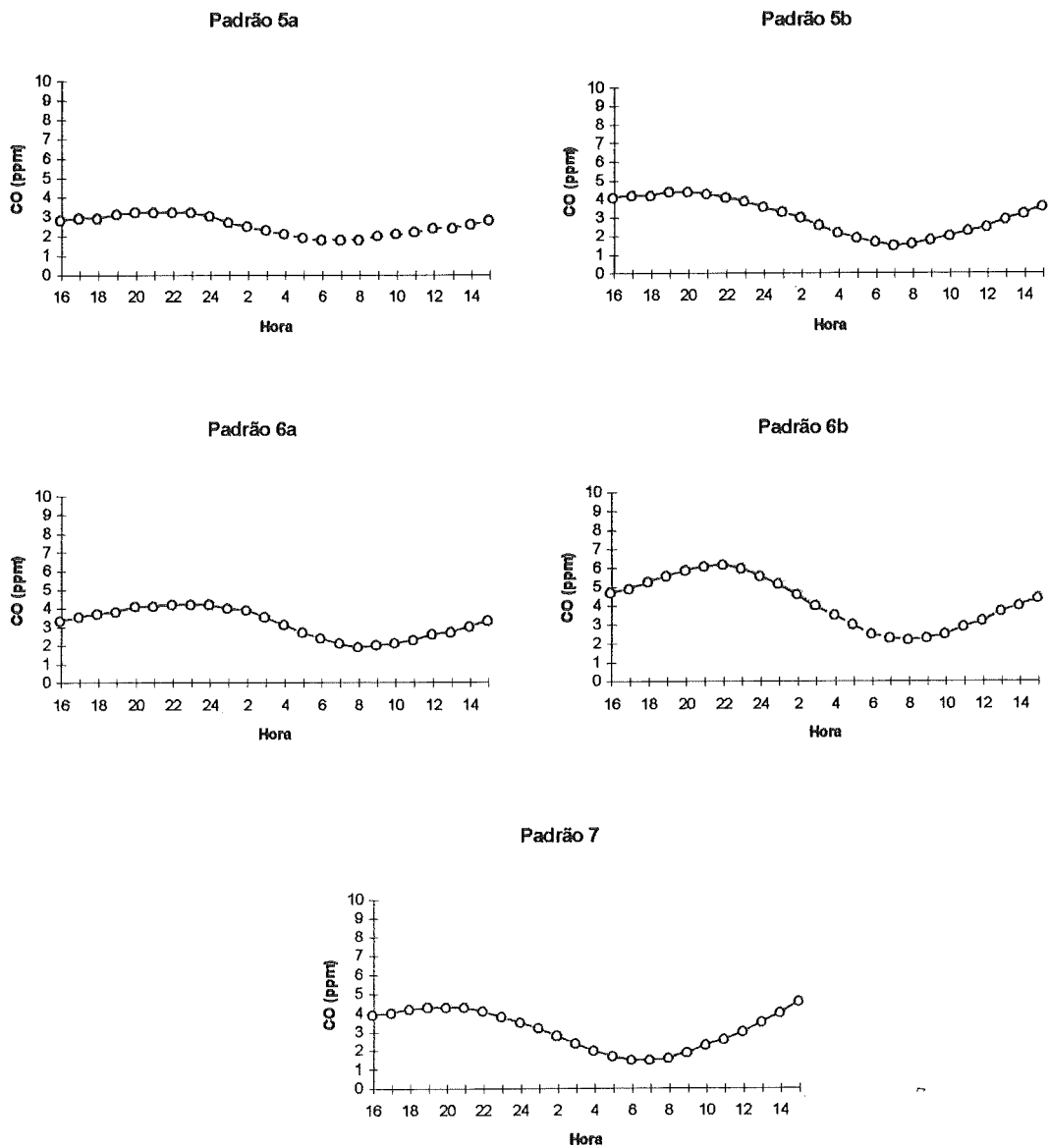


Figura 4 - Conclusão.

Através da análise dos gráficos pode-se chegar a uma classificação dos padrões meteorológicos em relação à dispersão do poluente CO, da situação mais desfavorável para a mais favorável à dispersão, da seguinte forma:

- anticiclone subtropical com frente fria no sul do Brasil ou Uruguai (**Padrão 1**);
- anticiclone subtropical sem frente fria (**Padrão 2**);
- baixa pressão e frente fria com fraca atividade no continente (**Padrão 6**);
- anticiclone polar em transição para subtropical com frente fria no sul do Brasil ou Uruguai (**Padrão 3**);
- baixa pressão e frente fria com atividade no continente (**Padrão 7**);
- anticiclone polar em transição para subtropical sem frente fria (**Padrão 4**);
- anticiclone polar (**Padrão 5**);

#### 4. Conclusões e Considerações Finais

Neste estudo foram encontrados 4 sistemas meteorológicos de grande escala que predominaram sobre a RMSP: anticiclone subtropical, anticiclone polar em transição para subtropical, anticiclone polar e baixa pressão. Destes sistemas foram definidos 7 padrões meteorológicos e classificados em relação às condições para dispersão de poluentes na atmosfera.

O domínio do anticiclone subtropical sobre a região, com frente fria sobre o sul do Brasil ou Uruguai, gerou as condições mais desfavoráveis à dispersão de poluentes, enquanto que os anticiclones polares proporcionaram as condições mais favoráveis.

Quando os padrões foram subdivididos, em função da porcentagem de calmaria média da RMSP, em **tipo a** (calmaria maior ou igual a 25,0%) e **tipo b** (calmaria menor do que 25,0%), observou-se que, na estação Cerqueira César, o **tipo a** apresenta concentrações médias de CO maiores do que as concentrações apresentadas pelo **tipo b**. Entretanto, na estação Centro, foi observado exatamente o contrário, o que pode ser um indício de que esta estação deve ter um regime local de vento diferente do encontrado na RMSP.

Neste trabalho foram analisadas cartas sinóticas de superfície e imagens de satélite para o estabelecimento dos padrões meteorológicos. Para maior refinamento dos padrões em relação à dispersão de poluentes, recomenda-se também analisar as situações dos altos níveis da atmosfera.

## Referências Bibliográficas

- Abreu, M.L., "Previsores sinótico-meteorológicos para a dispersão de poluentes na Região da Grande São Paulo". São José dos Campos: INPE, Dissertação de Mestrado, 1985. (INPE-3600-TDL/197)
- CETESB, "Relatório Anual de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo - 1994". São Paulo, 1995.
- CETESB, "Comportamento sazonal da poluição do ar em São Paulo - Análise de 14 anos de dados da RMSP e Cubatão - 1981 a 1994". Relatório final, São Paulo, 1996.
- Comrie, A.C. & Yamal, B., "Relationships between synoptic-scale atmospheric circulation and ozone concentrations in Metropolitan Pittsburgh, Pennsylvania", Atmospheric Environment, v.26b, n.3, p.301, 1992.
- Lacava, C.I.V., Muramoto, C.A., Franco, D.M.P. e Anazia, R., "Um estudo de episódios de alta concentração de monóxido de carbono na cidade de São Paulo em 1993". Anais do VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, v.1, p.129, 1994.
- Muramoto, C.A., Lacava, C.I.V., Franco, D.M.P., Sagula, M.A.L.A. e Anazia, R., "Episódio de alta concentração de monóxido de carbono na Cidade de São Paulo". Anais da 5ª Conferência Regional da IUAPPA, 1994.
- Muramoto, C.A., Franco, D.M.P., Anazia, R. e Lacava, C.I.V., "Episódios de alta concentração de partículas inaláveis na Região Metropolitana de São Paulo no inverno de 1993". Anais do 18º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Salvador, 1995. (VI-101)
- Parreira, J.R., Sagula, M.A.L.A. e Anazia, R., "Subsídios para uma climatologia da estabilidade atmosférica na Cidade de São Paulo". Anais do VII Congresso Brasileiro de Meteorologia, v.2, p.866, 1992.
- Sagula, M.A.L.A., Parreira, J.R., Anazia, R. e Bruni, A.C., "Características das inversões térmicas na Região Metropolitana". Anais do XV Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, v.2, p.113, 1989.
- Setzer, A., "Influências meteorológicas da poluição atmosférica em São Paulo - Relatório Preliminar". São José dos Campos: INPE, 1979. 29p.

# Apêndice A

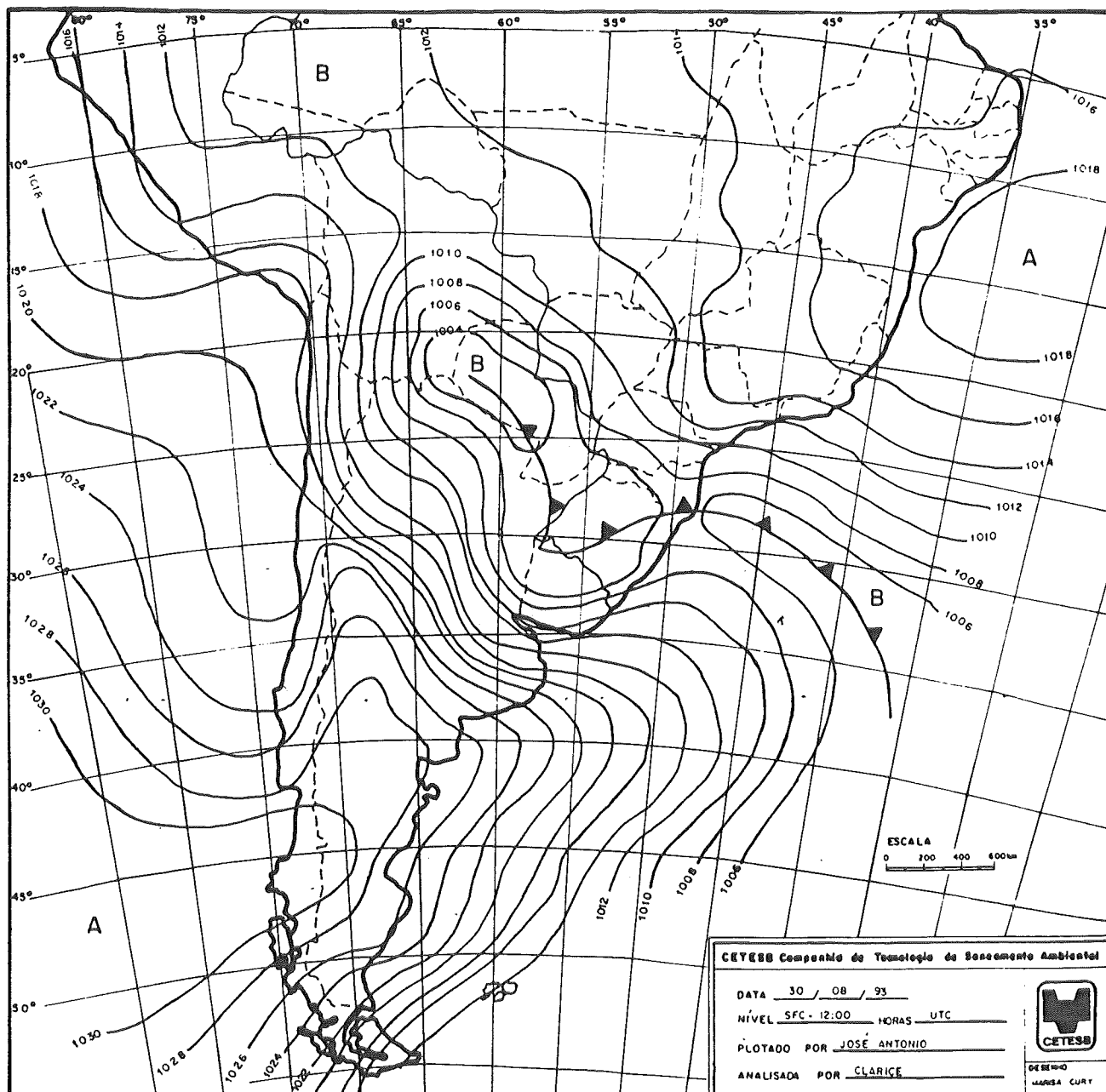


Figura A.1 - Padrão 1: Anticiclone subtropical sobre a região com frente fria no Uruguai ou sul do Brasil. Exemplo: carta sinótica do dia 30/08/93.

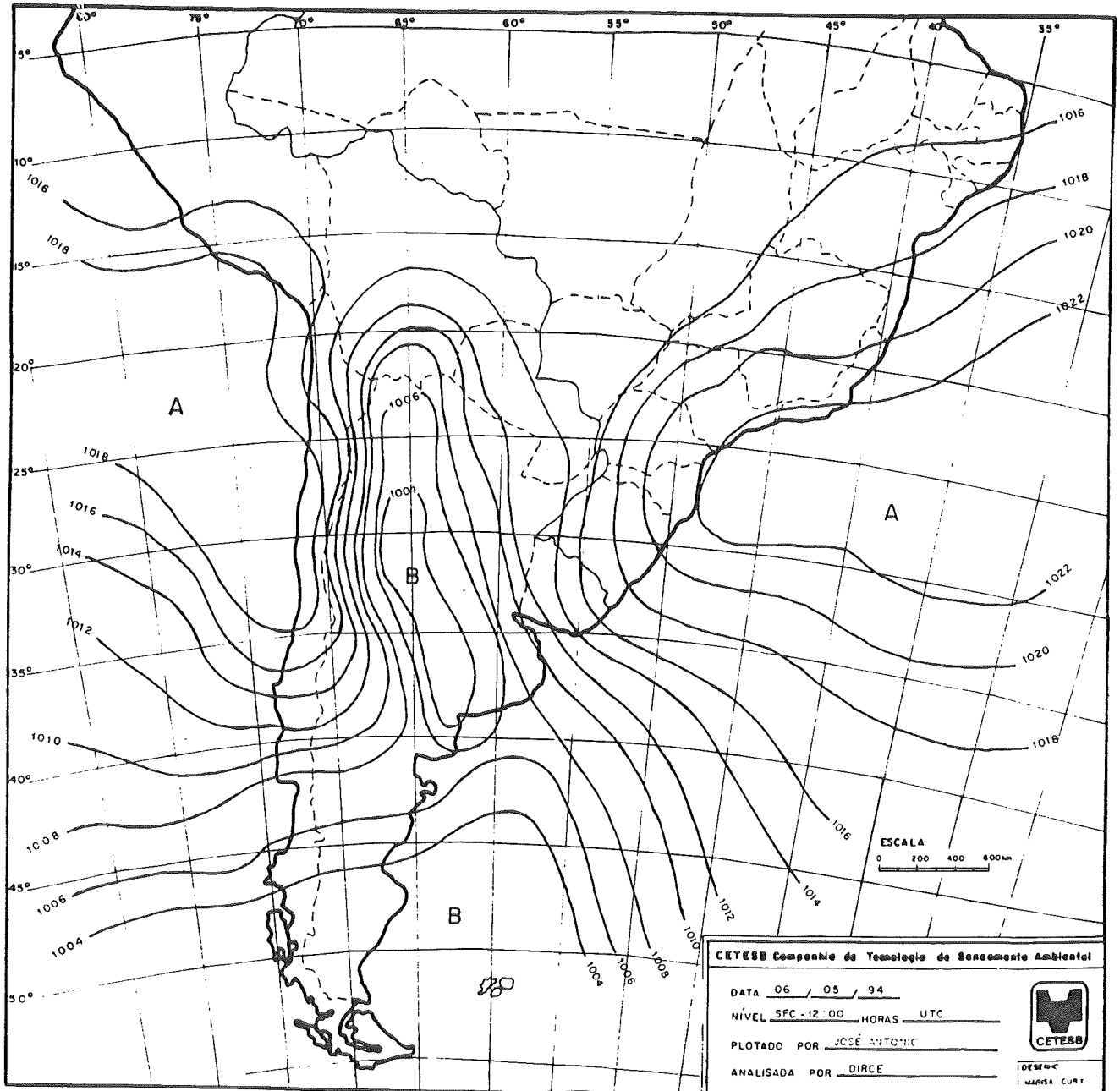


Figura A.2 - Padrão 2: Anticiclone subtropical sobre a região sem frente fria no Uruguai ou sul do Brasil. Exemplo: carta sinótica do dia 06/05/94.

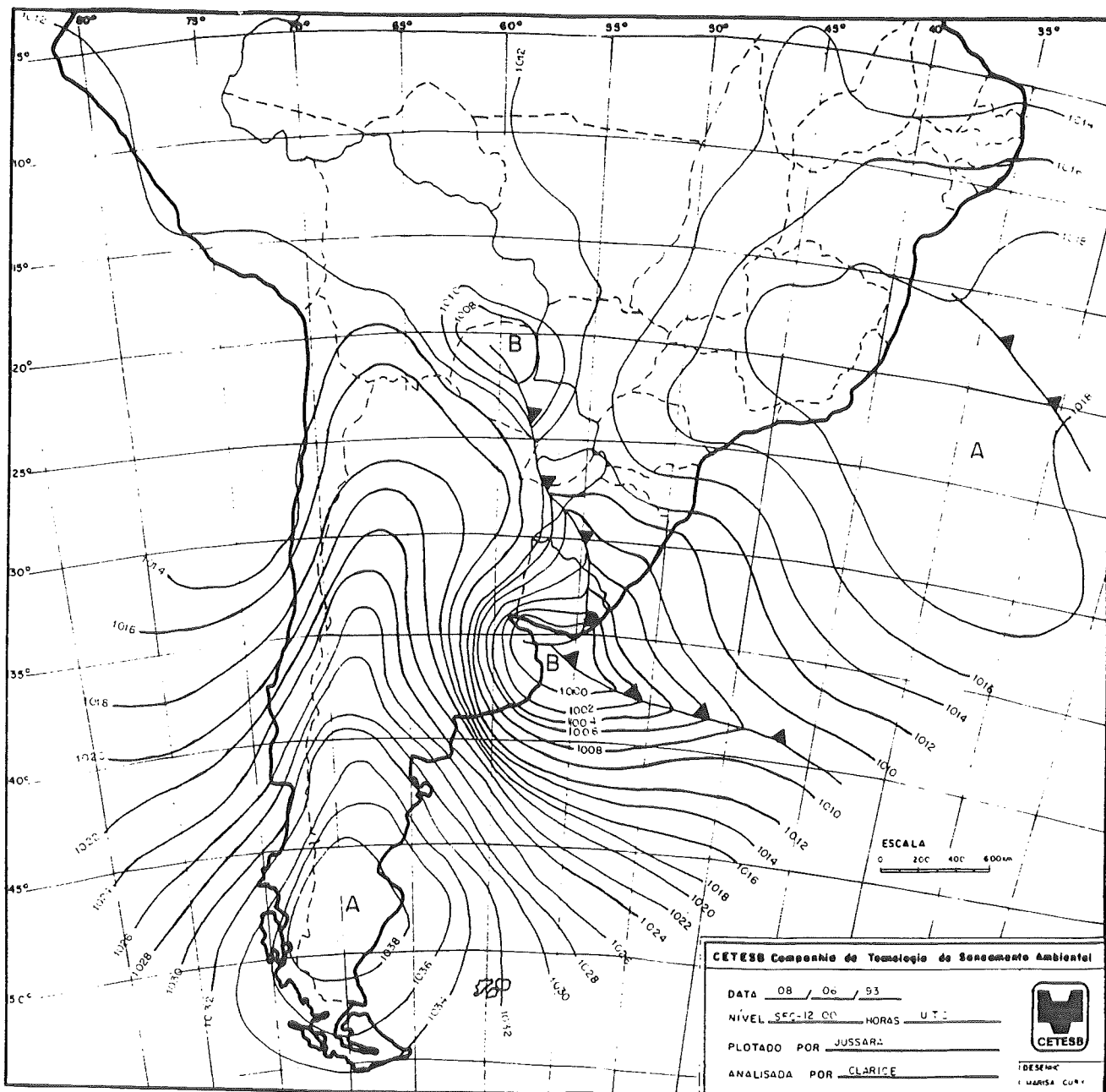


Figura A.3 - Padrão 3: Anticiclone polar em transição para subtropical sobre a região com frente fria no Uruguai ou sul do Brasil. Exemplo: carta sinótica do dia 08/06/93.

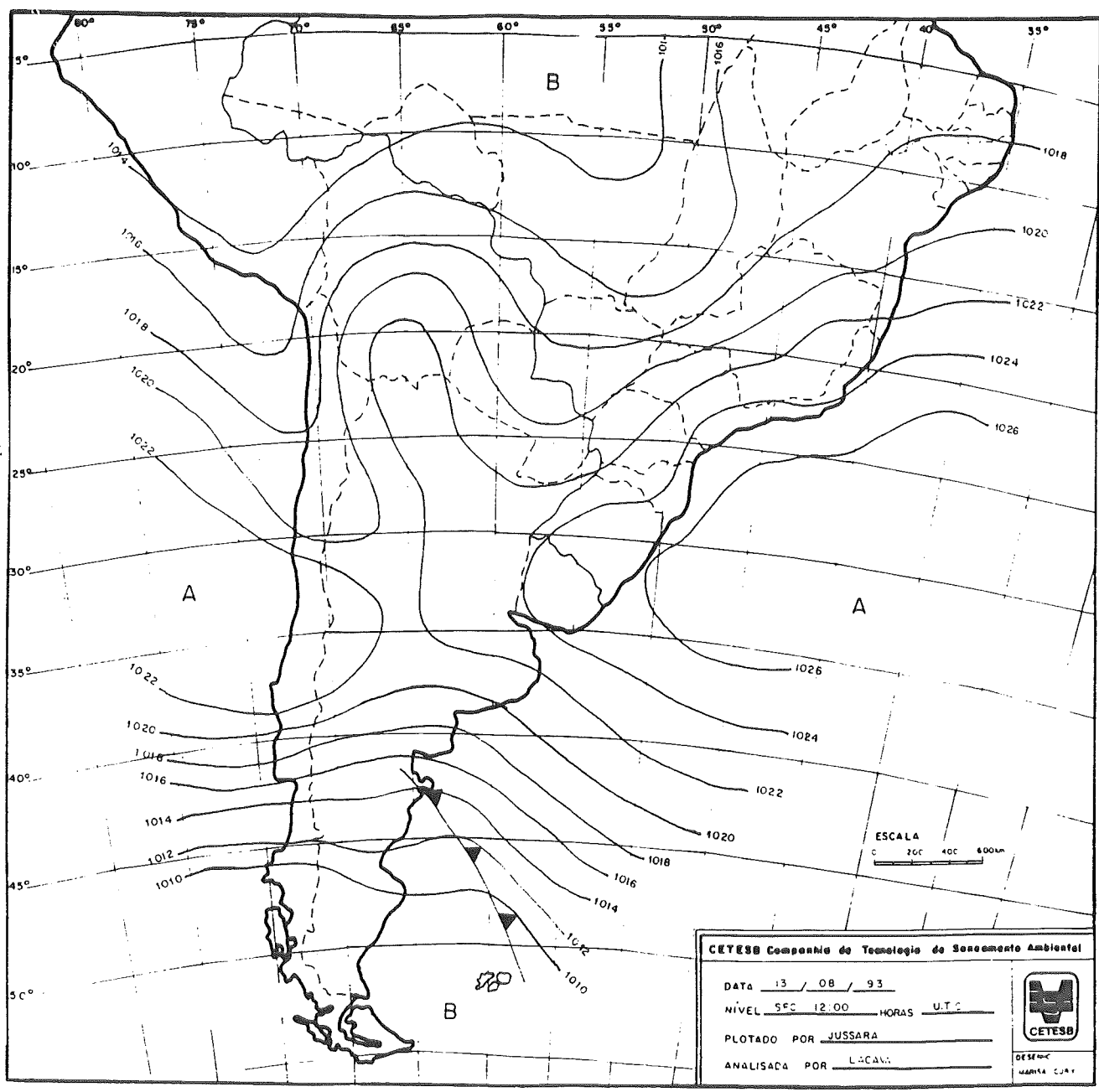


Figura A.4 - Padrão 4: Anticiclone polar em transição para subtropical sobre a região sem frente fria no Uruguai ou sul do Brasil. Exemplo: carta sinótica do dia 13/08/93.

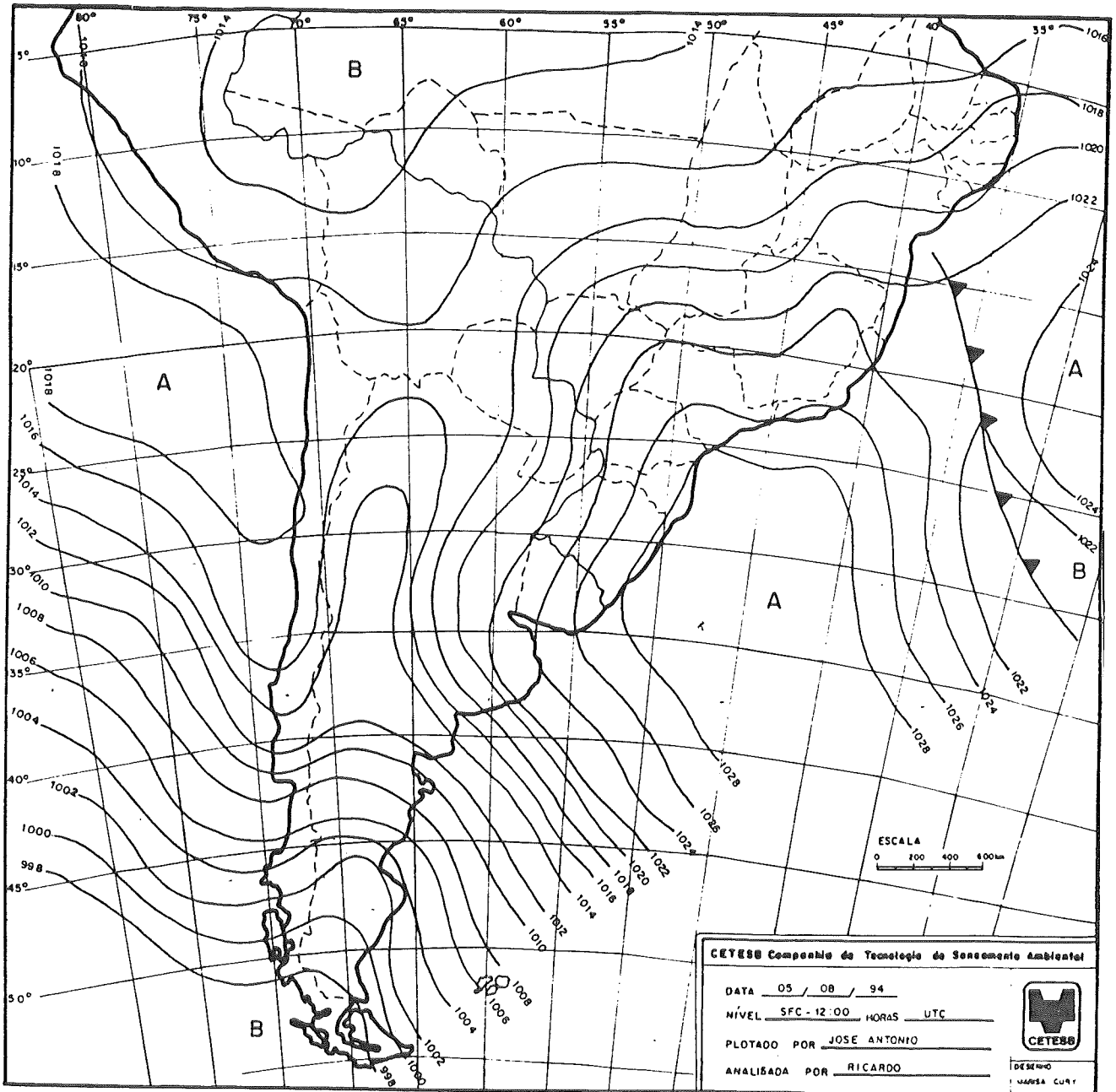


Figura A.5 - Padrão 5: Anticiclone polar sem o núcleo sobre a região. Exemplo: carta sinótica do dia 05/08/94.

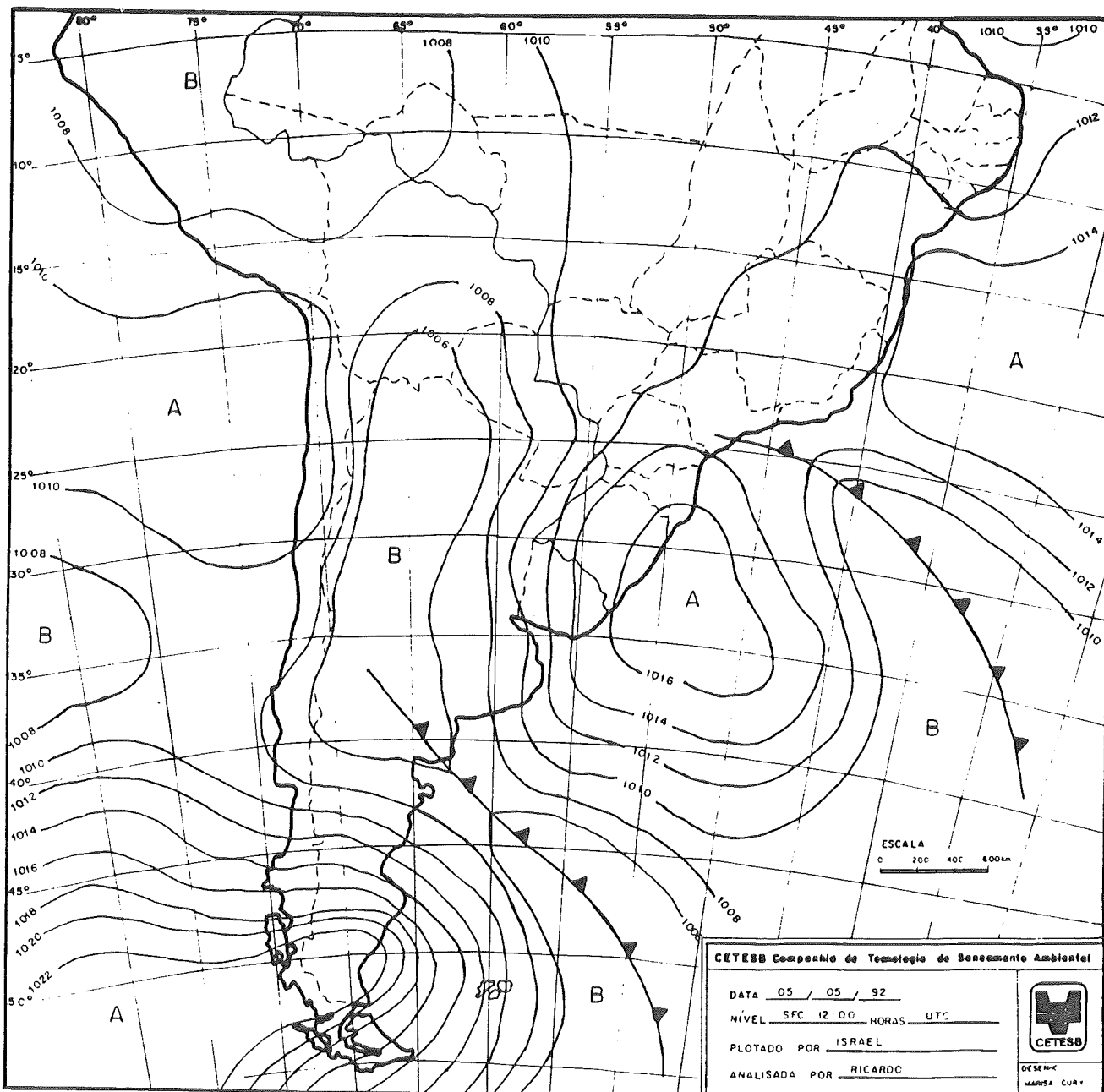


Figura A.6 - Padrão 6: Frente fria com fraca atividade no continente. Exemplo: carta sinótica do dia 05/05/92.

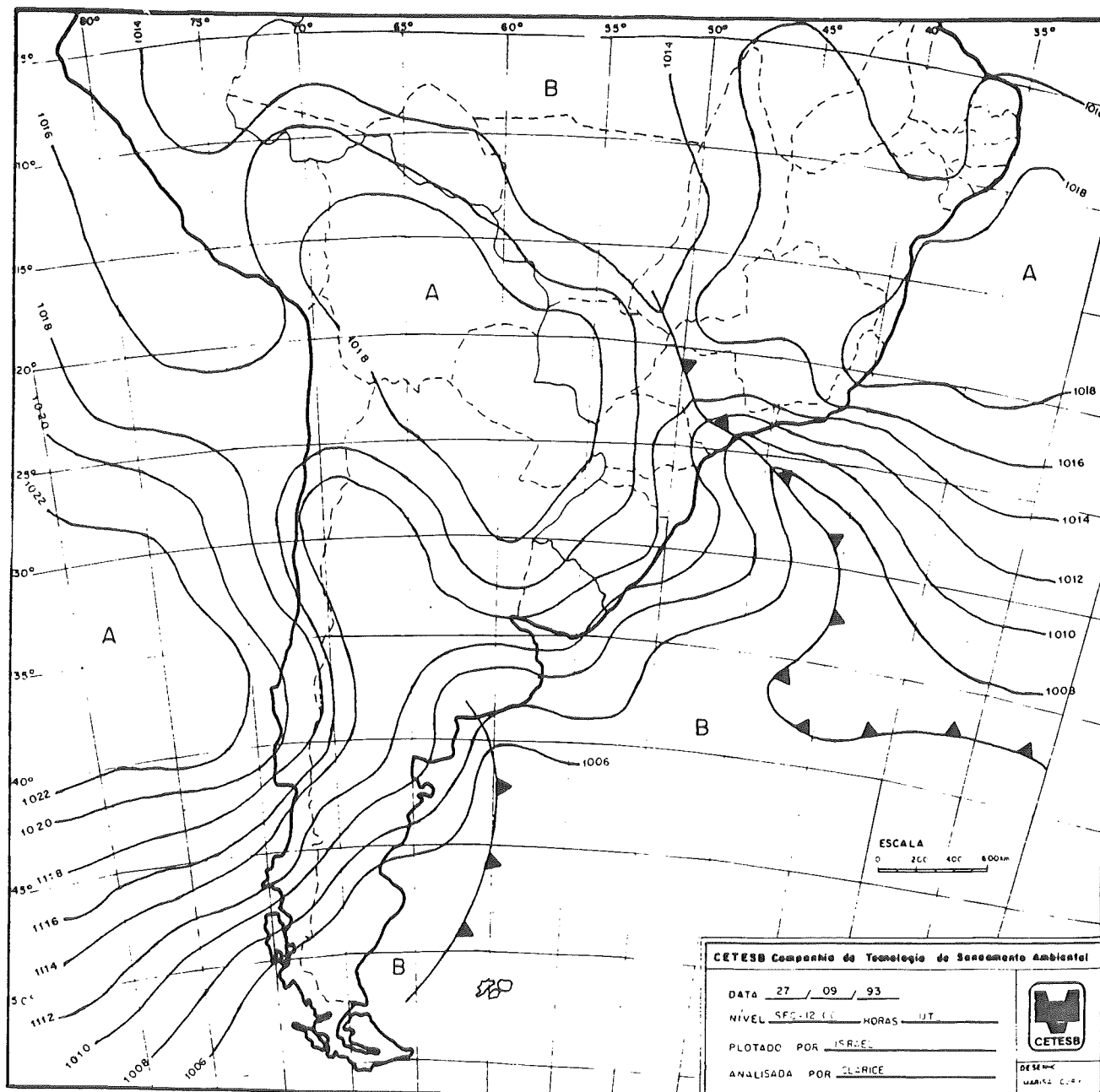


Figura A.7 - Padrão 7: Frente fria com atividade no continente Exemplo: carta sinótica do dia 27/09/93.

# Apêndice B

TABELA B.1 - Médias diárias da porcentagem de calmaria, velocidade do vento e alturas da base e do topo da inversão térmica, para o Padrão 1a.

PADRÃO 1a (> 25,0%)				
DATA	CALMARIA	VEL. VENTO	INV - BASE	INV - TOPO
11/05/92	26,0	1,9	falha	falha
12/05/92	51,0	2,4	146	341
13/05/92	28,0	1,7		
27/05/92	43,0	2,4	223	515
03/06/92	36,0	1,8	164	356
04/06/92	48,0	1,6	155	252
08/06/92	47,0	1,9	107	351
09/06/92	28,0	1,8	154	442
16/06/92	28,0	1,3	131	225
22/06/92	46,0	1,2	93	373
23/06/92	46,0	1,4	96	364
24/06/92	45,0	1,4	134	278
25/06/92	45,0	0,9	96	287
26/06/92	49,0	1,4	96	478
29/06/92	40,0	1,3	154	347
30/06/92	49,0	1,3	129	277
28/08/92	30,0	1,4	162	449
22/09/92	28,6	1,5	269	462
23/09/92	39,2	1,8		
24/09/92	27,0	2,2	541	738
10/05/93	31,6	1,4	154	250
11/05/93	36,0	2,0		
12/05/93	27,7	2,0	329	426
13/05/93	29,8	2,3	301	592
26/05/93	37,5	1,4	230	422
27/05/93	43,0	1,5	161	351
09/06/93	26,7	2,0	145	628
17/06/93	32,0	1,5	180	465
22/06/93	27,0	1,5	95	473
23/06/93	31,5	1,5	182	277
24/06/93	29,0	1,7	124	362
25/06/93	34,4	1,3	172	268
28/06/93	30,3	2,2	106	250
30/08/93	37,0	2,2	137	334
09/05/94	31,0	1,4	174	271
10/05/94	26,1	1,3	270	463
25/05/94	32,5	1,6	0	146
07/06/94	28,9	1,3	182	470
13/06/94	36,7	1,3	180	275
14/06/94	37,2	1,2	180	275
17/06/94	26,2	1,0	182	468
01/08/94	28,9	1,5	182	565
02/08/94	35,4	1,7	164	357
15/08/94	31,4	1,3	286	571
16/08/94	34,6	1,6	86	278
22/08/94	33,3	1,4	68	357
23/08/94	40,5	1,8	145	339
31/08/94	31,2	1,1	175	369
01/09/94	35,3	1,2	165	262
15/09/94	29,9	2,3	127	616
21/09/94	32,0	1,6	271	465
22/09/94	30,6	1,2	274	470
23/09/94	27,7	1,6	264	460
MÉDIA	34,8	1,6	174	390

TABELA B.2 - Médias diárias da porcentagem de calmaria, velocidade do vento e alturas da base e do topo da inversão térmica, para o Padrão 1b.

PADRÃO 1b (< 25,0%)				
DATA	CALMARIA	VEL. VENTO	INV - BASE	INV - TOPO
29/05/92	0,0	3,8		
31/08/92	22,0	1,9	269	749
16/06/93	18,0	1,6	115	306
29/06/93	22,9	2,0	97	241
17/08/93	13,9	1,7	189	576
31/08/93	24,6	1,9	138	434
20/09/93	18,1	1,8	197	492
04/05/94	24,8	1,9		
26/05/94	22,1	1,3	137	429
09/08/94	22,4	1,4	0	375
10/08/94	15,0	1,5	44	266
26/08/94	14,4	1,4	125	269
30/08/94	22,6	1,2	166	362
02/09/94	23,0	1,1	156	447
13/09/94	16,0	1,5	262	455
14/09/94	17,4	2,0	261	357
MÉDIA	18,6	1,8	154	411

TABELA B.3 - Médias diárias da porcentagem de calmaria, velocidade do vento e alturas da base e do topo da inversão térmica, para o Padrão 2.

PADRÃO 2				
DATA	CALMARIA	VEL. VENTO	INV - BASE	INV - TOPO
26/05/92	37,5	1,2	269	462
17/06/92	34,0	1,7	227	415
25/08/93	21,5	1,6	256	446
26/08/93	24,2	1,5	172	362
27/08/93	25,9	1,6	155	447
05/05/94	28,8	1,6		
06/05/94	19,1	1,7	288	877
MÉDIA	27,3	1,6	228	502

TABELA B.4 - Médias diárias da porcentagem de calmaria, velocidade do vento e alturas da base e do topo da inversão térmica, para o Padrão 3.

PADRÃO 3				
DATA	CALMARIA	VEL. VENTO	INV - BASE	INV - TOPO
08/05/92	29,2	1,5	339	436
22/05/92	22,7	1,7	135	328
05/06/92	24,0	2,5		
04/08/92	2,0	1,9	209	684
07/08/92	2,0	2,0	406	500
11/08/92	34,0	1,2	190	476
17/08/92	9,0	2,1	285	569
04/06/93	13,2	1,5	124	266
07/06/93	22,0	1,4	268	460
08/06/93	6,6	1,7	154	442
15/06/93	7,5	1,5	216	498
05/08/93	4,2	1,9	503	787
06/08/93	3,2	1,5	294	484
02/05/94	3,2	2,0	321	510
03/05/94	2,6	1,6	280	376
06/06/94	16,5	1,3	276	562
16/06/94	5,9	1,3	278	470
24/06/94	6,9	2,1	232	521
30/06/94	13,5	1,5	199	484
19/08/94	2,9	1,7	306	593
06/09/94	2,7	1,8	288	577
30/09/94	1,9	2,0	241	531
MÉDIA	10,7	1,7	264	503

TABELA B.5 - Médias diárias da porcentagem de calmaria, velocidade do vento e alturas da base e do topo da inversão térmica, para o Padrão 4.

PADRÃO 4				
DATA	CALMARIA	VEL. VENTO	INV - BASE	INV - TOPO
02/06/92	10,4	1,4	575	670
15/06/92	21,0	1,8	218	408
27/08/92	3,0	2,1	651	840
21/09/92	2,6	2,4	372	754
03/06/93	3,8	2,0	397	775
14/06/93	4,0	2,2	309	403
13/08/93	4,5	2,1	298	763
15/09/93	3,1	1,9	falha	falha
19/05/94	18,0	1,5	258	354
08/08/94	6,2	2,0	550	1060
25/08/94	2,7	2,0	550	956
29/08/94	3,5	2,0	268	460
12/09/94	4,7	1,4	268	459
19/09/94	1,0	2,4	385	673
20/09/94	11,6	1,6	281	474
MÉDIA=	6,7	1,9	384	646

TABELA B.6 - Médias diárias da porcentagem de calmaria, velocidade do vento e alturas da base e do topo da inversão térmica, para o Padrão 5a.

PADRÃO 5a (> 25,0%)				
DATA	CALMARIA	VEL. VENTO	INV - BASE	INV - TOPO
07/05/92	26,2	1,5		
25/05/92	27,0	1,6	283	377
24/08/92	32,0	1,9	643	951
25/08/92	26,0	1,9	465	1280
28/09/92	41,0	1,3	634	738
12/08/93	26,0	1,7		
MÉDIA	29,7	1,7	506	837

TABELA B.7 - Médias diárias da porcentagem de calmaria, velocidade do vento e alturas da base e do topo da inversão térmica, para o Padrão 5b.

PADRÃO 5b (< 25,0%)				
DATA	CALMARIA	VEL. VENTO	INV - BASE	INV - TOPO
20/05/92	11,2	1,5	537	726
21/05/92	18,2	1,7	543	733
11/06/92	18,5	1,3	374	566
12/06/92	17,0	1,6	773	1096
03/08/92	0,0	3,0	996	1634
06/08/92	0,7	1,9	697	1003
13/08/92	7,0	1,8		
14/08/92	10,0	2,0	954	1380
20/08/92	10,0	1,8	581	875
21/08/92	0,0	2,0	991	1205
26/08/92	16,0	1,5	665	1618
08/09/92	2,0	2,1		
09/09/92	0,0	2,7	488	676
10/09/92	2,0	2,7	658	870
11/09/92	0,0	2,9	481	670
29/09/92	1,6	2,3	447	667
30/09/92	7,4	1,9	648	851
06/05/93	18,3	1,7	449	735
07/05/93	12,8	1,8	565	660
17/05/93	20,0	1,9	303	596
18/05/93	11,4	2,0	408	503
28/05/93	4,0	2,1	765	1400
01/06/93	9,0	1,9	675	1237
02/06/93	1,1	1,9	503	1209
03/08/93	7,3	1,3	228	418
04/08/93	9,7	1,7	516	906
11/08/93	1,4	2,0	457	643
19/08/93	2,4	2,0	273	849
20/08/93	7,3	1,5	375	562
21/08/93	0,0	2,6	877	1300
13/09/93	1,2	2,5		
14/09/93	0,8	2,7	650	744
22/09/93	3,9	1,8	342	626
23/09/93	11,3	1,2	238	618
28/09/93	17,8	1,6	706	800
29/09/93	2,8	2,2	344	727
30/09/93	3,5	1,7	536	835
30/05/94	1,2	2,0	388	578
31/05/94	6,8	2,0	276	562
08/06/94	8,1	2,0		
09/06/94	16,5	1,3	276	562
10/06/94	1,9	2,2	603	1006
15/06/94	10,4	1,5	286	572
23/06/94	7,6	1,7		
04/08/94	19,7	2,2	754	965
05/08/94	0,4	2,4	987	1307
11/08/94	0,4	2,9	855	949
12/08/94	1,9	2,4	693	1001
17/08/94	1,7	2,5		
18/08/94	3,3	2,4	778	992
24/08/94	0,8	2,3	736	1061
05/09/94	1,9	2,2		
08/09/94	7,3	2,5		
09/09/94	0,8	3,1		
16/09/94	8,0	2,7		
27/09/94	0,0	3,3	673	1303
28/09/94	0,0	2,7		
29/09/94	0,0	2,7	559	749
MÉDIA	6,3	2,1	572	884

TABELA B.8 - Médias diárias da porcentagem de calmaria, velocidade do vento e alturas da base e do topo da inversão térmica, para o Padrão 6a.

PADRÃO 6a ( > 25,0% )				
DATA	CALMARIA	VEL. VENTO	INV - BASE	INV - TOPO
06/05/92	35,0	1,4	423	615
10/06/92	36,0	1,6		
05/08/92	28,7	1,4	191	287
12/08/92	43,0	1,7		
19/08/92	45,0	1,5		
01/09/92	25,0	1,9		
03/09/92	33,0	1,9	442	730
14/09/92	34,0	1,4	258	545
03/05/93	36,3	1,8	222	513
18/06/93	27,0	1,6		
24/05/94	31,1	1,3	136	426
MÉDIA	34,0	1,6	279	519

TABELA B.9 - Médias diárias da porcentagem de calmaria, velocidade do vento e alturas da base e do topo da inversão térmica, para o Padrão 6b.

PADRÃO 6b ( < 25,0% )				
DATA	CALMARIA	VEL. VENTO	INV - BASE	INV - TOPO
05/05/92	23,2	1,1	227	424
14/05/92	15,8	2,0	231	423
18/08/92	24,0	1,5	163	356
17/09/92	21,0	1,4	231	520
04/05/93	15,4	2,1		
05/05/93	2,5	3,3	715	933
30/06/93	21,7	1,7	240	528
18/08/93	22,1	1,5	406	736
01/09/93	15,3	2,0	174	560
02/09/93	7,1	1,6	175	467
12/05/94	17,1	1,5	358	649
13/05/94	15,8	1,4	252	542
23/05/94	9,2	1,5	447	641
01/06/94	24,1	1,5		
03/08/94	16,2	1,9		
26/09/94	11,4	1,9	244	537
MÉDIA	16,4	1,7	297	563

TABELA B.10 - Médias diárias da porcentagem de calmaria, velocidade do vento e alturas da base e do topo da inversão térmica, para o Padrão 7.

PADRÃO 7				
DATA	CALMARIA	VEL. VENTO	INV - BASE	INV - TOPO
04/05/92	38,7	1,3		
18/05/92	0,0	3,4	310	600
19/05/92	19,2	1,8	697	938
28/05/92	1,4	2,9	730	750
02/09/92	15,0	1,8	250	636
04/09/92	6,5	1,5	450	642
15/09/92	16,1	1,3	247	342
16/09/92	22,0	1,1		
18/09/92	10,0	2,3	420	700
25/09/92	3,0	3,0		
14/05/93	2,4	2,7		
31/05/93	12,1	1,9		
10/08/93	2,0	1,9	704	927
16/08/93	6,7	1,9	388	578
23/08/93	2,7	2,2	189	662
24/08/93	8,9	1,1		
03/09/93	2,7	2,0	569	977
08/09/93	1,4	2,7		
09/09/93	2,4	1,6	361	740
10/09/93	4,2	1,5	362	457
16/09/93	4,6	2,2	711	923
21/09/93	9,2	1,8	515	924
24/09/93	13,6	1,4		
27/09/93	3,8	2,1		
16/05/94	8,3	1,4	162	640
27/05/94	21,3	1,5	317	509
20/06/94	6,8	1,9		
21/06/94	10,8	2,5	687	795
22/06/94	6,3	2,2	falha	falha
MÉDIA	9,0	2,0	448	708

## **EQUIPE DE TRABALHO:**

### **EQQM:**

Clarice Aico Muramoto  
Dirce Maria Pellegatti Franco  
Israel Azevedo Anastacio  
José Antonio de Carvalho Santos  
Jussara Aparecida dos Santos  
Ricardo Anazia

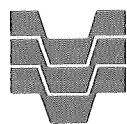
### **EQS:**

Marisa Cury

### **Relatório elaborado por:**

Clarice Aico Muramoto  
Dirce Maria Pellegatti Franco  
Ricardo Anazia

Data Acquis.: 25.09.02
Indic.:
Livres:
Preço: R\$
Data Tomba: 25.09.02



**CETESB**

**Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental**

Fone: (0xx11) 3030-6000 - Fax: (0xx11) 3030-6402

Telex: 1183053 CETS - BR - CEP 05459-900

Site: [www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br)

São Paulo - SP - Brasil