

**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

**EPISÓDIOS DE ALTAS CONCENTRAÇÕES  
DE PARTÍCULAS INALÁVEIS  
NO INVERNO DE 1993,  
EM VILA PARISI - CUBATÃO**

**NOVEMBRO/1997**

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 345 - Pinheiros - São Paulo - SP - Telefone (011) 3300-0000 - Telex: 116003 - Fax: (011) 3300-0000 - Cx. de Correio 1000 - CEP: 05489-900 - São Paulo - Brasil

037100

TYPE	
AUTOR.	
TOMBO	

0210  
M931e (RCET)  
037100

## DOCUMENTO


TIPO	DATA	ORIGEM	Nº PÁGINA / V	Nº MAPAS
RELATÓRIO	1997	EQQM	22	10

## TÍTULO DO DOCUMENTO

EPISÓDIOS DE ALTAS CONCENTRAÇÕES DE PARTÍCULAS  
INALÁVEIS NO INVERNO DE 1993, EM VILA PARISI -  
CUBATÃO

## AUTOR RESPONSÁVEL

ASSINATURA / CARIMBO / DATA


  
RICARDO ANAZIA  
GERENTE DO SETOR DE TOXICOLOGIA  
REG. 01.4302-B - CREA 148109/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. Jesuino Romano  
Ger. Div. Qualidade do Ar  
Reg. 01.2636/3 - CRO 0018458

## DOCUMENTO REVISADO

ASSINATURA / CARIMBO / DATA

  
Quim. Jesuino Romano  
Ger. Div. Qualidade do Ar  
Reg. 01.2636/3 - CRO 0018458

## CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA

EXTERNA  INTERNA  
 RESERVADA

## PALAVRAS CHAVES

Cubatão, Partículas Inaláveis, Condições Meteorológicas

## CÓDIGO E TÍTULO DO PROJETO

## DISTRIBUIÇÃO INTERNA

ÁREAS/Nº DE CÓPIAS

## USO DA BIBLIOTECA

CLASSIFICAÇÃO DE ASSUNTO	Nº DOCUMENTO	VISTO / CARIMBO / DATA

## 1. Introdução

O município de Cubatão situa-se na zona de contato da borda escarpada do Planalto Atlântico com a Planície Litorânea denominada Baixada Santista; possui cerca de oito a nove quilômetros de largura, distante cerca de 45km da cidade de São Paulo e 20km do centro de Santos. A região apresenta diferentes tipos de relevo - serra, vale e planície - e indústrias com alto potencial de emissão de poluentes, situadas numa área reduzida, que se estende ao longo da costa e é contornada pela Serra do Mar que atinge 1000m acima do nível do mar. Sua localização estratégica entre o maior porto importador/exportador e o maior centro consumidor/produtor do Brasil mostrou-se favorável à instalação do pólo industrial. No entanto, a industrialização ocorreu de forma desordenada e sem qualquer preocupação com a preservação ambiental, (CETESB, 1989). A localização do pólo industrial é questionada do ponto de vista ambiental, consideradas, principalmente, as condições desfavoráveis à dispersão de poluentes na atmosfera. Estas condições, associadas às quantidades extremamente elevadas de poluentes emitidas diariamente na atmosfera, têm provocado condições críticas de qualidade do ar na região.

Estudos de Oliveira e Sagula (1984, 1985) mostraram que a circulação atmosférica na região de Cubatão é fortemente influenciada pela topografia local, pois, em certas condições meteorológicas, há uma somatória do vento local com o vento originado pelas condições de circulação sinótica (grande escala), dando à região uma característica particular no regime de ventos e, conseqüentemente, nas condições para dispersão de poluentes.

A poluição do ar no pólo industrial de Cubatão é ocasionada principalmente pela emissão de poluentes por fontes industriais, e a ultrapassagem do Padrão de Qualidade do Ar (PQAR) geralmente ocorre pela alta concentração de material particulado em suspensão, (CETESB, 1996a, 1996b). Especial atenção é dada ao particulado menor do que 10 $\mu$ m, denominado de partícula inalável (PI), que é muito prejudicial à saúde.

Durante o período de maio a agosto de 1993 ocorreram episódios de alta concentração de PI na Estação Vila Parisi, localizada no pólo industrial de Cubatão. Os episódios ocorreram nos dias: 01/05, quando foi atingido um pico máximo horário de concentração de 941  $\mu$ g/m<sup>3</sup>; 04 e 05/05 com máximo horário de 604  $\mu$ g/m<sup>3</sup>; 22 e 23/07 com máximo horário de 431  $\mu$ g/m<sup>3</sup>; 26, 27, 30 e 31/08 com máximo horário de 784  $\mu$ g/m<sup>3</sup>. Este último episódio foi o mais crítico deste inverno, no qual todas as estações da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e Cubatão registraram valores elevados de concentração de PI, (Muramoto et. al., 1995).

Este trabalho tem como objetivo estudar estes episódios com relação aos parâmetros meteorológicos locais e as condições de grande escala dominantes, no intuito de dar subsídios para melhor entender o comportamento do poluente PI na região do pólo industrial de Cubatão em dias com condições meteorológicas desfavoráveis à sua dispersão.

## 2. Dados e Metodologia

É considerado como dia de episódio, ou dia em estudo, quando às 15:00h o valor da média móvel de 24h de concentração de PI ultrapassa o nível de atenção de  $250\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Foram utilizados para a análise dos episódios:

- dados horários e média móvel de 24 horas de concentração de PI, medidos na Estação Vila Parisi - Cubatão pela Rede Telemétrica da CETESB;
- dados horários de direção e velocidade do vento em superfície, medidos na Estação Vila Parisi - Cubatão pela Rede Telemétrica da CETESB;
- dados meteorológicos de superfície das 09:00h (1200 TMG), fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET);
- imagens de satélite meteorológico, das 06:00, 09:00 e 15:00h, fornecidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE);

Para cada episódio estudado foram elaborados:

- análises das cartas sinóticas de superfície das 09:00h e das imagens de satélite;
- cálculos da porcentagem de horas de calmaria e velocidade média do vento (durante o período em que ventou) em superfície para o período das 16:00h do dia anterior às 15:00h do dia em estudo. É considerado como vento calmo ou calmaria quando a velocidade do vento é menor que  $0,5\text{m/s}$ ;
- rosas de vento e rosas de poluição para o período das 16:00h do dia anterior às 15:00 do dia em estudo;
- gráficos do comportamento da concentração horária de PI com as variações de intensidade da velocidade do vento em superfície;
- gráficos horários de média-móvel de 24 horas de concentração de PI.

### 3. Análise das Condições Sinóticas e Locais

A tabela 1 mostra as porcentagens de calmaria, velocidades médias do vento e valor da média móvel de 24 horas de concentração de PI, às 15:00h, ocorridas durante os episódios na Estação Vila Parisi. Pode-se observar que os episódios ocorreram tanto em dias com alta porcentagem de calmaria (41,7%), quanto em dias em que não houve calmaria. A velocidade média do vento também foi bastante variável.

Tabela 1 - Porcentagem de calmaria, velocidade média do vento e média móvel de PI, na Estação Vila Parisi.

Dia	Calmaria (%)	Vel. Vento (m/s)	PI ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Dia	Calmaria (%)	Vel. Vento (m/s)	PI ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
01/05	41,7	1,6	252	26/08	37,5	1,2	257
04/05	4,2	3,4	253	27/08	33,3	2,2	296
05/05	0,0 *	7,0 *	292	30/08	8,3	3,9	281
22/07	**	**	270	31/08	0,0	4,7	313
23/07	**	**	270				

(\*) houve 33,3% de falha nos dados horários

(\*\*) não há dados horários

As tabelas com os valores horários de concentração de PI e velocidade e direção do vento em superfície encontram-se no apêndice A.

A seguir são descritas as condições sinóticas em superfície e analisados os gráficos de concentração de PI, velocidade do vento, bem como são analisadas rosas de vento e de poluição, para cada episódio. As cartas sinóticas de superfície encontram-se no apêndice B.

#### 3.1 Episódio de 01/05/93

No dia 01, observou-se a atuação de um anticiclone polar em transição para subtropical sobre as regiões sul e sudeste do Brasil. Uma frente fria foi localizada na Bacia do Prata. As imagens de satélite (não apresentadas) para este dia mostraram que não havia nebulosidade significativa sobre a região.

O gráfico de concentração horária de PI e velocidade do vento na Estação Vila Parisi, sob a atuação do sistema sinótico descrito anteriormente, é mostrado na Figura 1. Observa-se que as maiores concentrações ocorreram a partir das 20:00h do dia 30 de abril, quando o vento tornou-se praticamente calmo, atingindo uma concentração horária máxima às 05:00h da manhã do dia primeiro de maio. Neste período foram observadas muitas horas de calmaria, principalmente no período noturno.

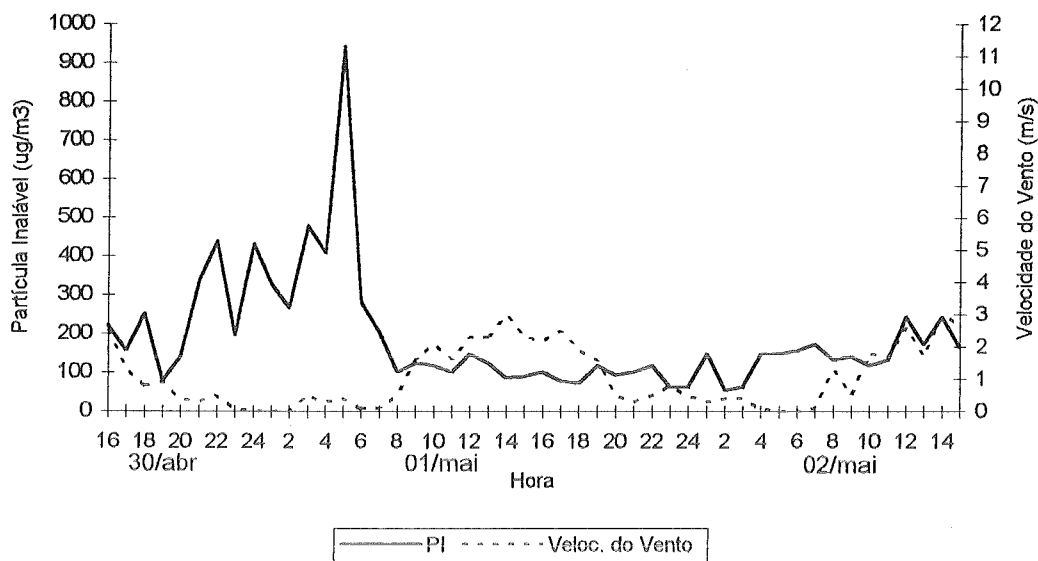


Figura 1 - Concentração de PI e velocidade do vento, em V. Parisi, das 16:00h do dia 30/04 às 15:00h do dia 02/05/93.

A Figura 2 mostra o gráfico da média-móvel de 24 horas de concentração de PI. As linhas finas tracejadas em  $150\mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $250\mu\text{g}/\text{m}^3$  indicam os níveis de padrão de qualidade do ar (PQAR) e de atenção, respectivamente. Devido à falha nos dados a média móvel de 24h só pode ser calculada a partir das 09:00h da manhã do dia primeiro de maio, mesmo assim, observa-se na figura a ultrapassagem do nível de atenção até às 15:00h do dia primeiro (dia do episódio). Nota-se ainda que a concentração foi caindo, ficando abaixo do PQAR no dia 2.

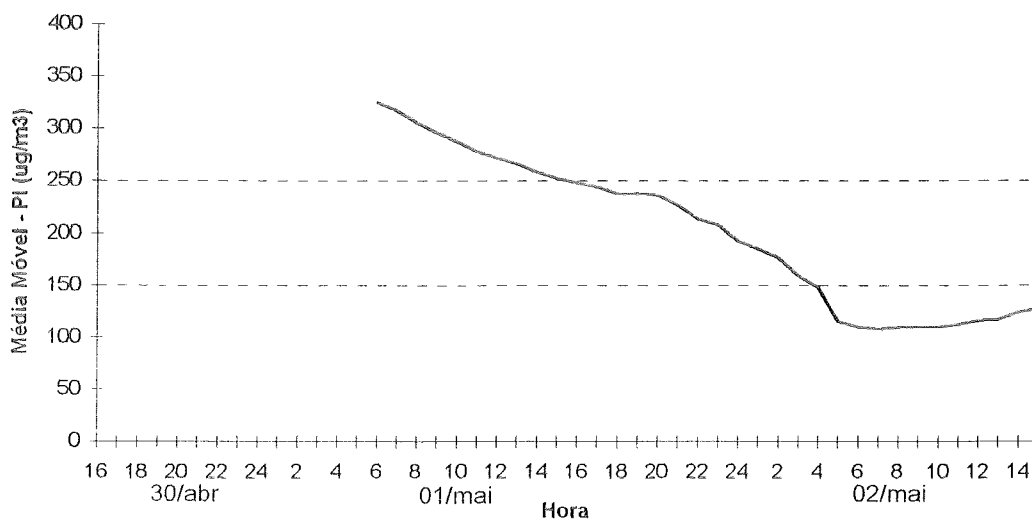


Figura 2 - Média-móvel de 24 horas de concentração de PI, em V. Parisi, das 16:00h do dia 30/04 às 15:00h do dia 02/05/93.

Este episódio ocorreu no início da Operação Inverno ( CETESB, 1995), o que em termos climatológicos representa um período não muito desfavorável à dispersão de poluentes. Neste episódio a rede telemétrica não registrou ultrapassagem do padrão nas estações da RMSP, o que sugere condições meteorológicas locais diferenciadas entre a RMSP e Cubatão, ou uma grande emissão de PI em Cubatão.

### 3.2 Episódios de 04 e 05/05/93

No dia 04, observou-se um sistema de alta pressão atuando em superfície sobre SP e uma frente fria em dissipação foi localizada no oceano na altura do litoral norte do RJ. Outro sistema frontal é localizado estendendo-se do Uruguai e Rio Grande do Sul até o norte da Argentina associado a um sistema de baixa pressão. As imagens de satélite apresentaram nebulosidade sobre o norte de SP. No dia 05 o sistema de baixa pressão atua sobre SP associado a uma frente fria localizada entre SP e PR. Neste dia as imagens de satélite mostraram nebulosidade associada somente ao sistema frontal e, sobre a região em estudo, não havia nebulosidade significativa.

A Figura 3 mostra o gráfico de concentração horária de PI e de velocidade do vento para o período. Pode-se observar que, na maior parte do tempo, há um aumento dos valores de concentração de PI quando há um aumento da velocidade do vento. O aumento da concentração pode ter sido causado, principalmente, pela ressuspensão deste poluente na região. A alta velocidade do vento pode provocar, além da ressuspensão de material particulado, o transporte do poluente na atmosfera. Nos dias 04 e 05 de maio a velocidade média do vento foi alta e a porcentagem de calmaria bastante baixa, como foi observado na Tabela 1.

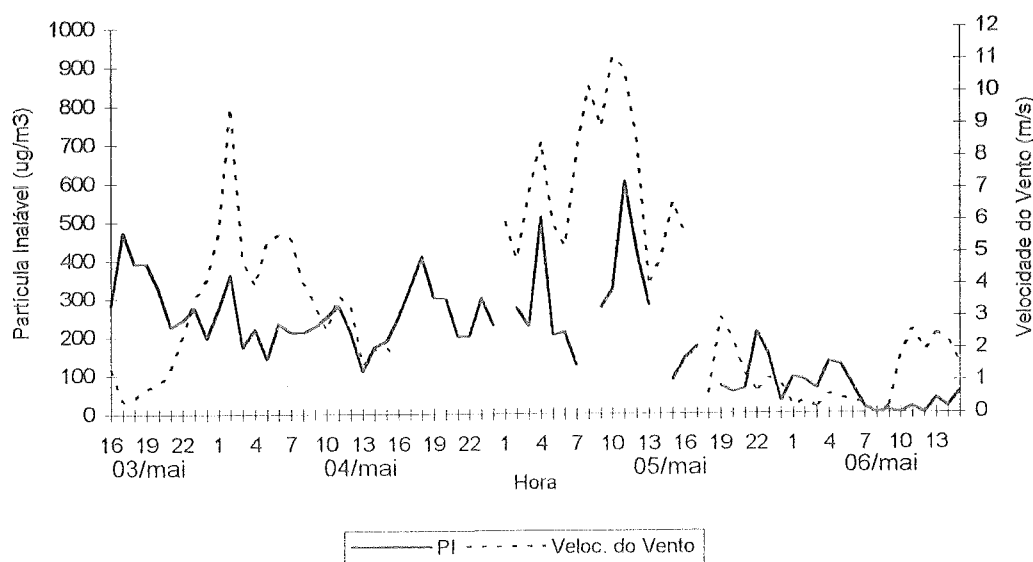


Figura 3 - Concentração de PI e velocidade do vento, em V. Parisi, das 16:00h do dia 03/05 às 15:00h do dia 06/05/93.

A Figura 4 mostra o gráfico da curva de média-móvel de 24 horas de concentração de PI, onde pode ser observado que, neste episódio, na maior parte do tempo houve ultrapassagem do nível de atenção ou manteve-se bem próximo a ele. À partir do dia 05 a curva começou a declinar e no dia 06 a concentração ficou abaixo do PQAR.

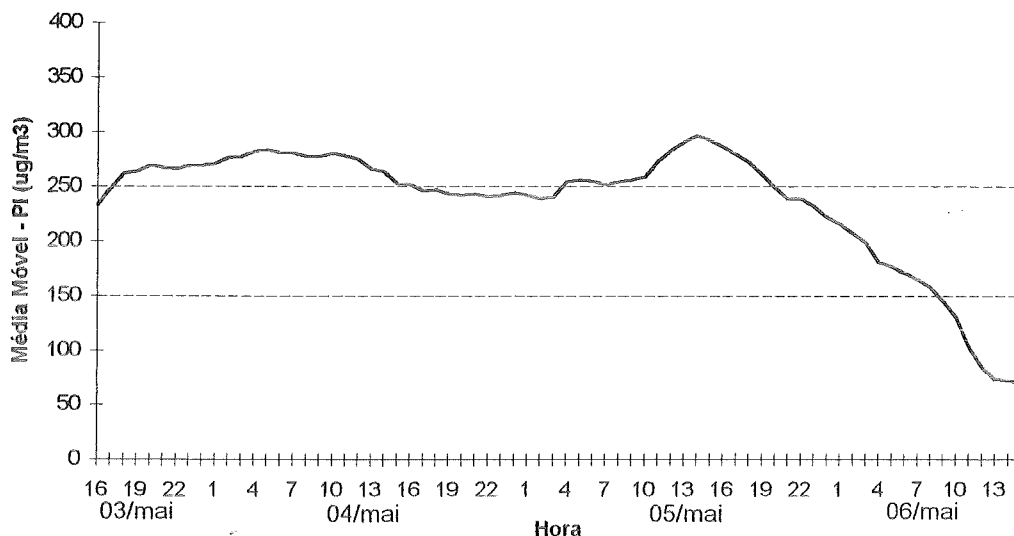


Figura 4 - Média-móvel de 24 horas de concentração de PI, em V.Parisi, das 16:00h do dia 03/05 às 15:00h do dia 06/05/93.

No dia 05, o Boletim de Qualidade do Ar da Cetesb apresentou para a RMSP 8 Estações com qualidade do ar boa, uma estação inadequada e nenhuma má, o que representou um quadro concordante com a situação meteorológica favorável à dispersão de poluentes sobre a região durante o período.

### 3.3 Episódios de 22 e 23/07/93

No dia 22 observou-se uma crista do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul atuando sobre SP com fraco gradiente de pressão e uma frente fria localizada sobre o RS. No dia 23, a região continuou sob domínio da crista subtropical. O sistema frontal recuou com o ramo quente até o Uruguai e ramo frio permaneceu semi-estacionário na altura do litoral do RS e SC.

As imagens de satélite para o período mostraram ausência de nebulosidade sobre a região sudeste do Brasil, indicando o predomínio de movimentos subsidentes da massa de ar que dificultam a dispersão de poluentes em baixos níveis da atmosfera. Esta situação, geralmente, ocorre quando é observada nas condições sinóticas o predomínio de uma crista do anticiclone subtropical sobre a região, com fraco gradiente de pressão, e uma frente fria é localizada no sul do país, ocasionando muita estabilidade da atmosfera e muitas horas de calmaria em superfície, o que mantém as condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão de poluentes. Esta situação foi descrita por Abreu (1985), e que de fato foi observada nas análises deste episódio.

A Figura 5 mostra o gráfico de concentração horária de PI para o período. Neste episódio, devido a ausência de dados de velocidade e direção do vento em superfície não foi possível relacionar a variação da concentração do poluente com a variação do vento.

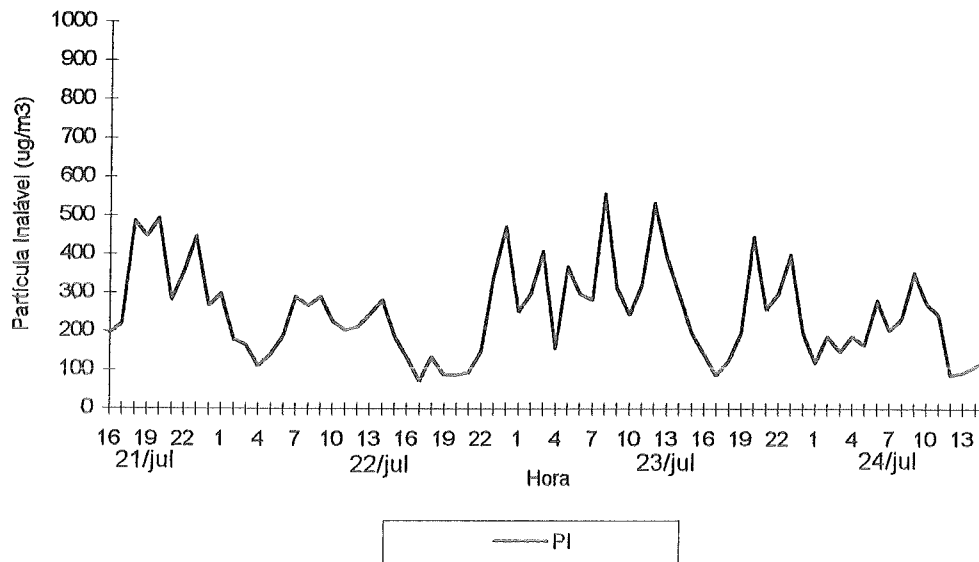


Figura 5 - Concentração de PI, em V. Parisi, das 16:00h do dia 21/07 às 15:00h do dia 24/07/93.

A Figura 6 mostra o gráfico da média-móvel de 24 horas de concentração de PI, onde observa-se que, durante todo o período, foi ultrapassado o padrão de qualidade do ar para PI chegando a ultrapassar o nível de atenção durante 16 horas no dia 22.

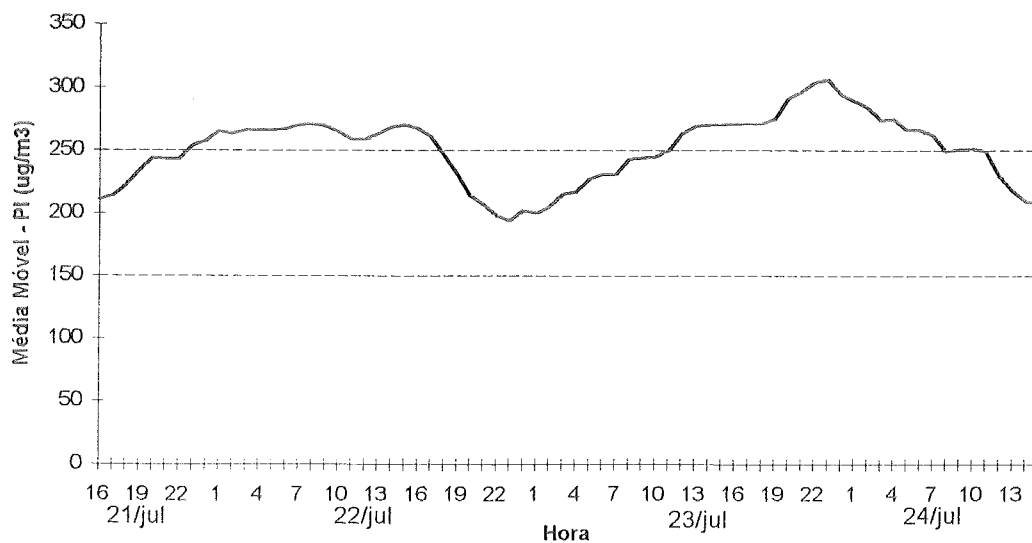


Figura 6 - Média-móvel de 24 horas de concentração de PI, em V.Parisi, das 16:00h do dia 21/07 às 15:00h do dia 24/07/93.

### 3.4 Episódios de 26 a 31/08/93

No dia 26, observou-se em superfície o anticiclone subtropical atuando sobre a região sudeste do Brasil com fraco gradiente de pressão. Frente fria localizada próxima a Bacia do Prata. No dia seguinte, continuou a atuação da crista subtropical com fraco gradiente de pressão sobre a região e sistema frontal localizado no sudeste da Argentina. No dia 28, houve uma intensificação da crista subtropical sobre a região sudeste do Brasil e o sistema frontal foi localizado sobre o Uruguai. A crista subtropical em superfície continuou atuando sobre a região sudeste e o sistema frontal permaneceu semi-estacionário sobre o Uruguai no dia 29. No dia 30, a crista subtropical continuou atuando sobre SP com diminuição da pressão, mas com um gradiente de pressão mais intenso. A frente fria foi localizada sobre o Paraguai e RS e estendeu-se pelo litoral de SC. No dia seguinte, SP permaneceu sob a atuação da crista subtropical e a frente fria foi localizada sobre SC, PR e MS.

Para este período as imagens de satélite mostraram ausência de nebulosidade sobre o Estado de São Paulo, indicando que houve, como no episódio anterior, predomínio de movimento subsidente de massa de ar sobre a região, ocasionado pela situação sinótica dominante, como foi observado nas análises sinóticas. Esta situação proporcionou as condições meteorológicas desfavoráveis para a dispersão de poluentes na região durante todo o período.

A Figura 7 mostra o gráfico horário de concentração de PI e velocidade do vento para o período das 16:00h do dia 25 às 15:00h do dia 27. Observa-se o aumento da concentração no final da tarde, seguido pelo decréscimo da velocidade do vento no decorrer da madrugada. Pode-se perceber dois principais picos máximos de concentração; um na madrugada do dia 26 e outro ocorrido na madrugada do dia 27, ambos ocorridos em períodos de calmaria.

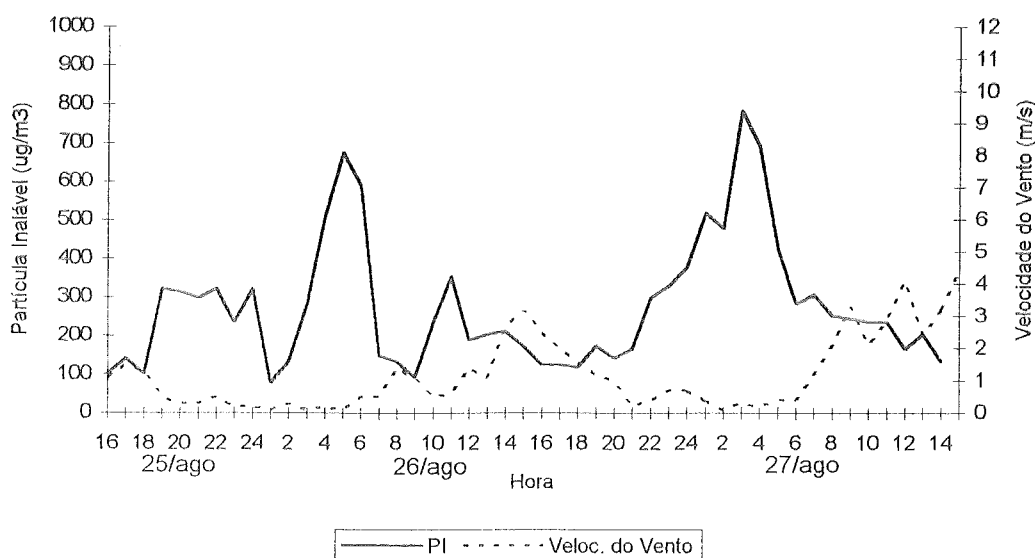


Figura 7 - Concentração de PI e velocidade do vento, em V. Parisi, das 16:00h do dia 25 às 15:00h do dia 27/08/93.

A Figura 8 mostra o gráfico horário de concentração de PI e velocidade do vento para o período das 16:00h do dia 27 às 15:00h do dia 29. Observa-se que no dia 28 ocorreu um pico máximo, às 20:00h, quando o vento era fraco. Pode-se observar ainda dois períodos em que a concentração do poluente não diminuiu com o aumento da velocidade do vento (tarde do dia 28 e madrugada do dia 29), isto indica que pode ter ocorrido ressuspensão ou transporte do poluente.

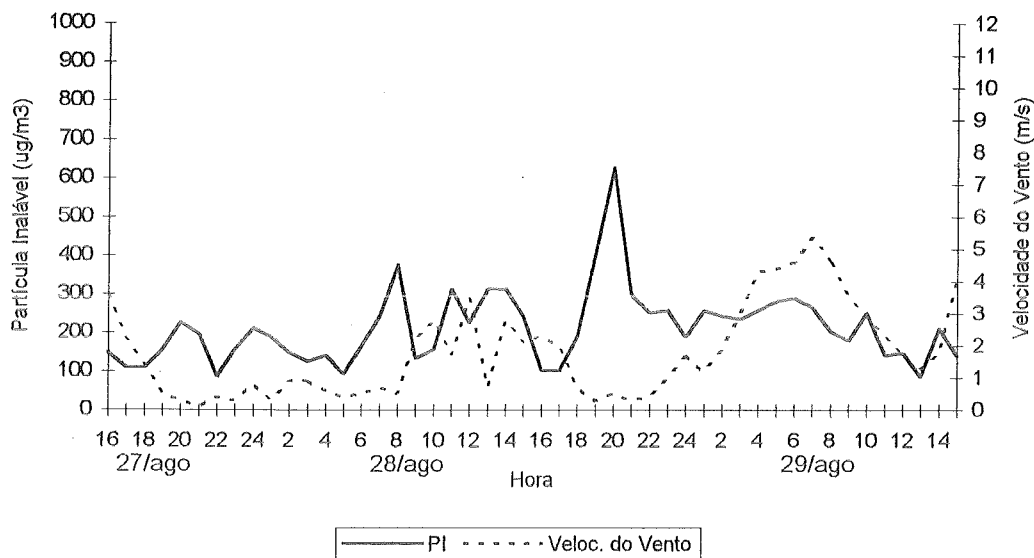


Figura 8 - Concentração de PI e velocidade do vento, em V. Parisi, das 16:00h do dia 27/08 às 15:00h do dia 29/08/93.

A Figura 9 mostra o gráfico de concentração horária e velocidade do vento para o período das 16:00h do dia 29 às 15:00h do dia primeiro de setembro, observa-se que os valores de concentração aumentam a partir do final da tarde, acompanhado de um decréscimo da velocidade do vento. Porém, durante as madrugadas a velocidade do vento aumentou e, no entanto, os valores de concentração de PI permaneceram altos. Nestes dias a situação de grande escala foi bastante desfavorável à dispersão dos poluentes, o que manteve os valores de concentração de PI acima de 200 µg/m³h praticamente durante todo o período em Vila Parisi.

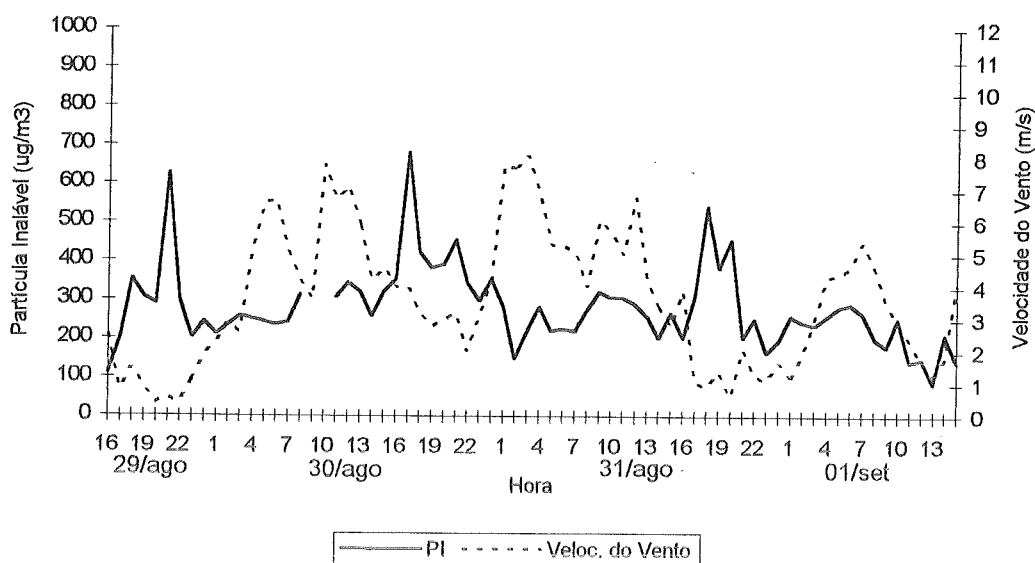


Figura 9 - Concentração de PI e velocidade do vento, em V. Parisi, das 16:00h do dia 29/08 às 15:00h do dia 01/09.

A Figura 10 mostra o gráfico da média-móvel de 24 horas de concentração de PI para o período, onde observa-se que, em todo o período, houve a ultrapassagem do PQAR, e que durante a maior parte das horas dos dias 27, 30 e 31 foi ultrapassado o nível de atenção.

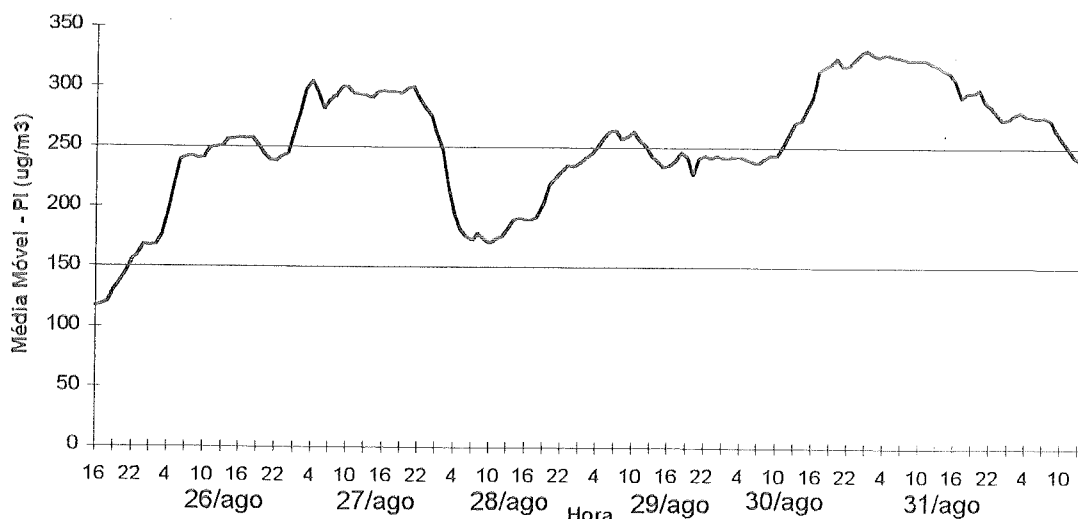


Figura 10 - Média-móvel de 24 horas de concentração de PI, em V. Parisi, das 16:00h do dia 25/08 às 15:00h do dia 01/09/93.

O Boletim de Qualidade do Ar do dia 31, às 15:00h, registrou a pior situação do inverno. Neste dia havia, na RMSP e Cubatão, 5 estações com qualidade do ar regular, 17 inadequadas e 3 más.

### 3.6 Rosas de Vento e de Poluição

A Figura 11 mostra as rosas de vento dos dias em estudo. Observa-se que, quando ventou, no episódio de 01 de maio (Figura 11a) a direção do vento esteve dentro do quadrante N-W ou do quadrante S-E. A direção NW foi a que teve um pouco mais de predominância mas mesmo assim foi bastante inferior à frequência de calmaria. No episódio do dia 04 e 05 de maio (Figura 11b,c) a direção do vento foi quase sempre do quadrante N-W, apenas no dia 05 houve uma componente significativa da direção WSW; a porcentagem de calmaria foi muito baixa e a velocidade do vento bastante alta, principalmente no dia 05. No episódio do dia 26 a 31 de agosto nota-se duas situações distintas: uma que vai do dia 26 ao dia 28 (Figura 11d,e,f) com vento predominante de SSW e alta porcentagem de calmaria; outra que vai do dia 29 a 31 (Figura 11g,h,i) com vento predominante de N e baixa porcentagem de calmaria.

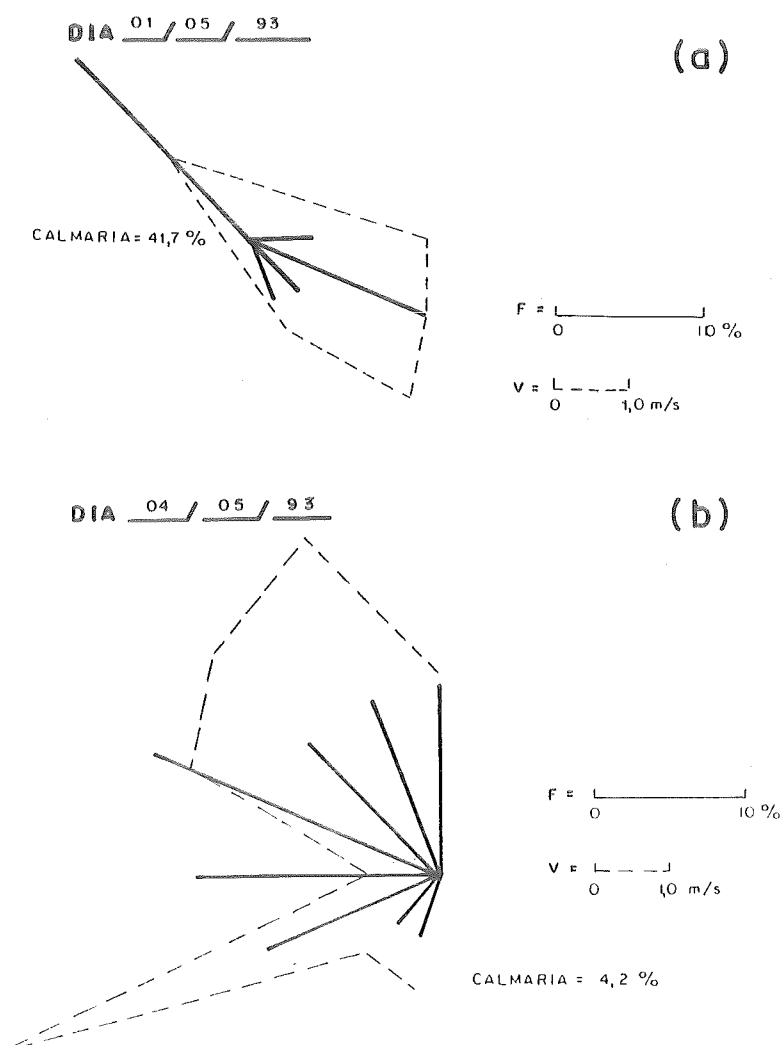
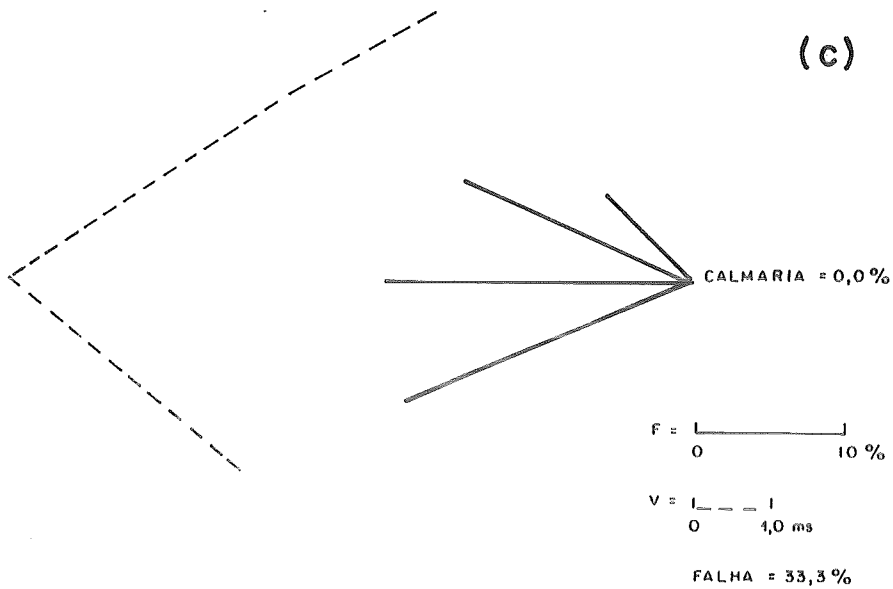


Figura 11 - Rosas de vento para os dias em estudo onde (a) 01/05/94, (b) 04/05/93, (c) 05/05/93, (d) 26/08/93, (e) 27/08/93, (f) 28/08/93, (g) 29/08/93, (h) 30/08/93, (i) 31/08/93.

(Continua)

DIA 05 / 05 / 93



DIA 26 / 08 / 93

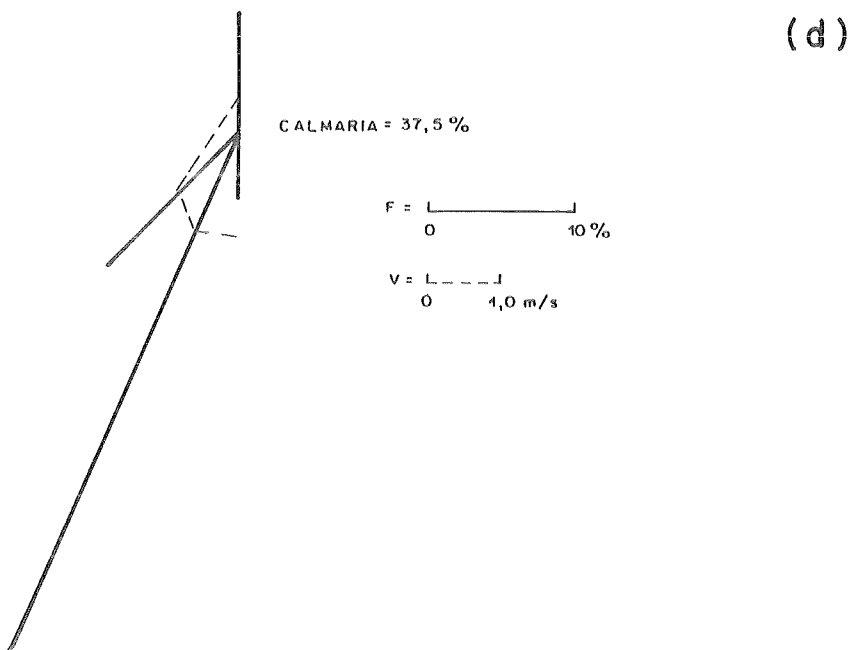
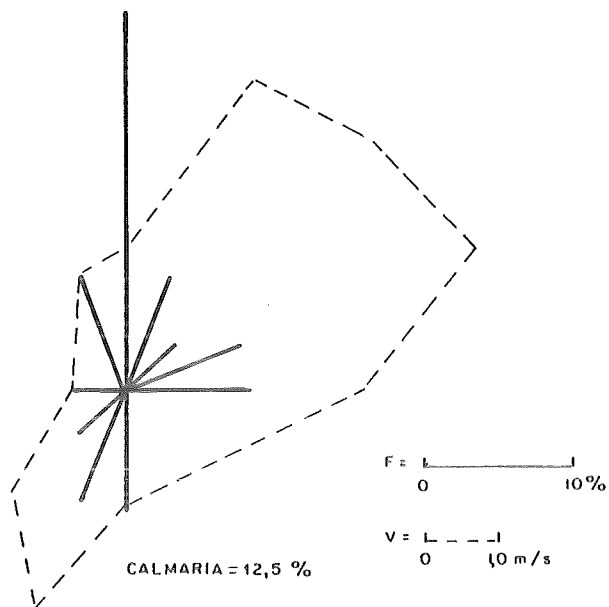


Figura 11 - Continuação.



DIA 20 / 08 / 93

(g)



DIA 30 / 08 / 93

(h)

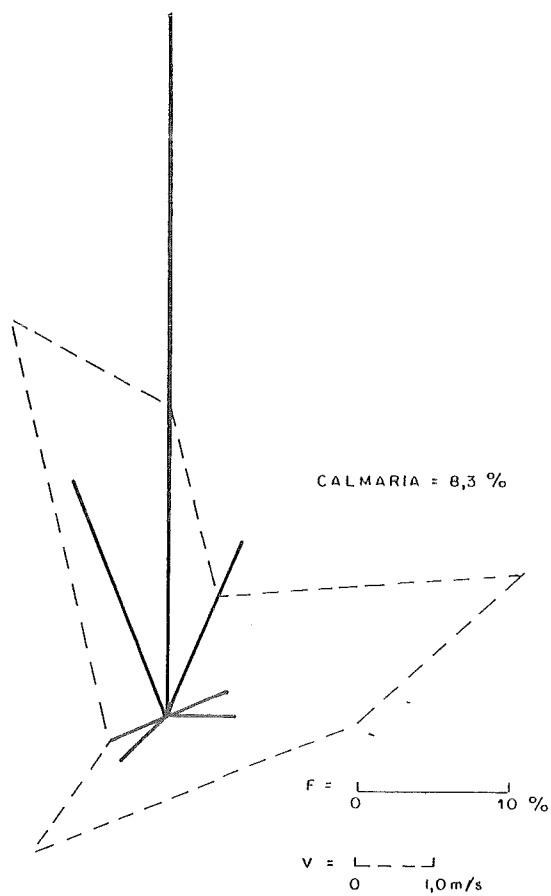


Figura 11 - Continuação.

DIA 31 / 08 / 93

(i)

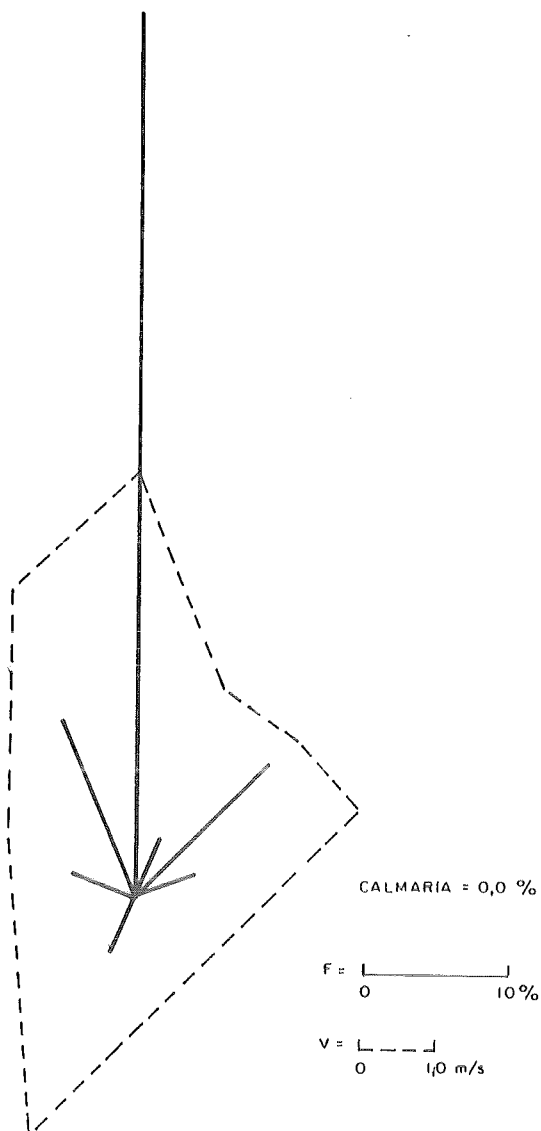


Figura 11 - Conclusão.

A análise da Figura 12, que mostra as rosas de poluição para os dias da figura anterior, indica uma leve tendência de maior contribuição para aumento da concentração do PI dos quadrantes W-N e N-E do que dos quadrantes E-S e S-W, principalmente no episódio de 26 a 31 de agosto.

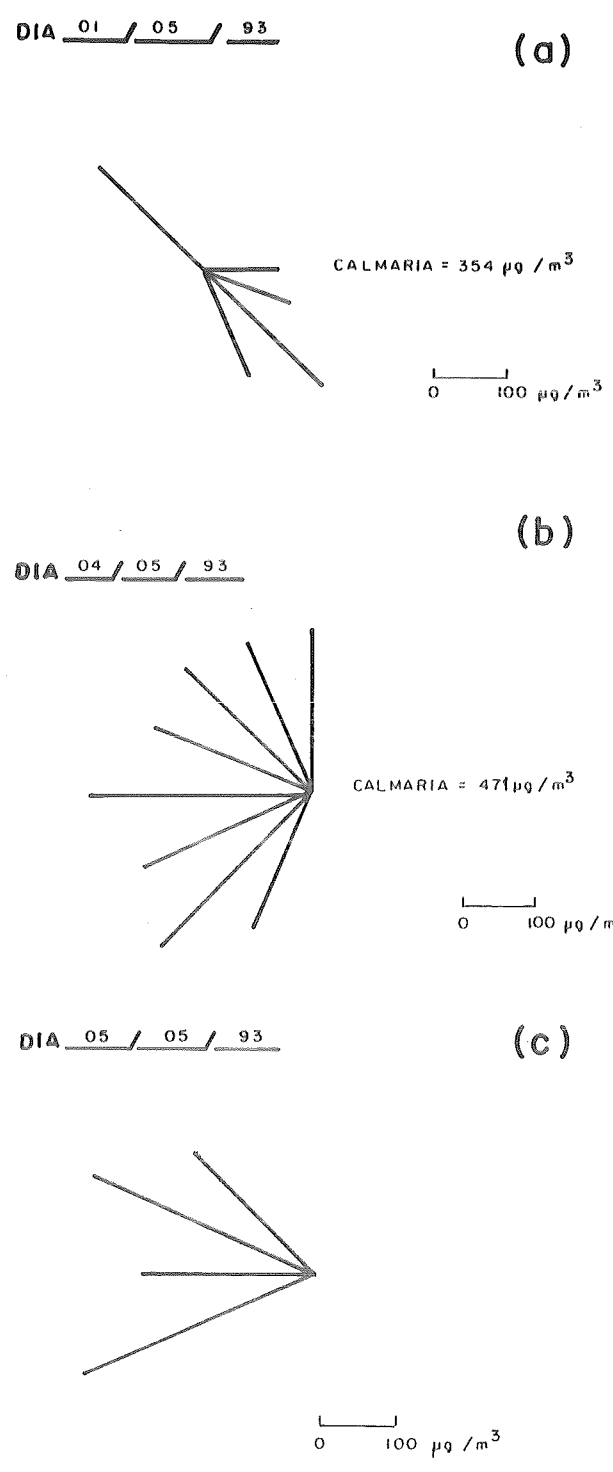
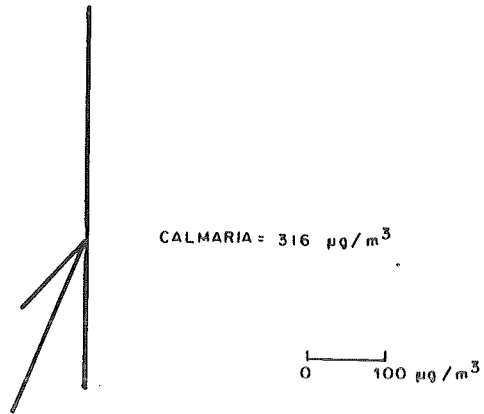


Figura 12 - Rosas de poluição para os dias em estudo onde (a) 01/05/93, (b) 04/05/93, (c) 05/05/93, (d) 26/08/93, (e) 27/08/93, (f) 28/08/93, (g) 29/08/93, (h) 30/08/93, (i) 31/08/93.

(Continua)

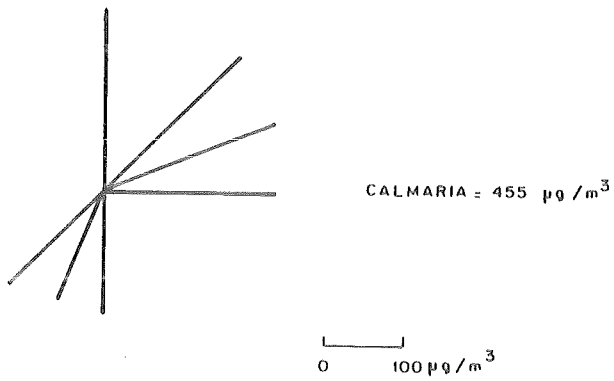
DIA 26 / 08 / 93

(d)



DIA 27 / 08 / 93

(e)



DIA 28 / 08 / 93

(f)

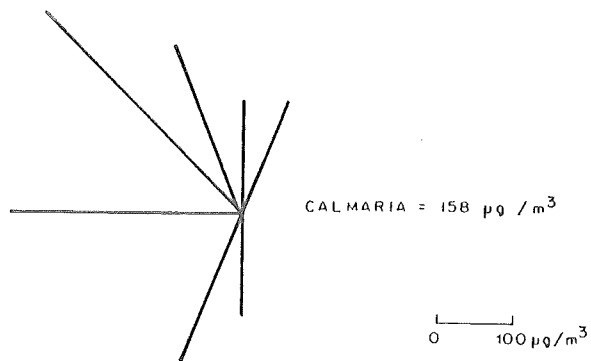


Figura 12 - Continuação.

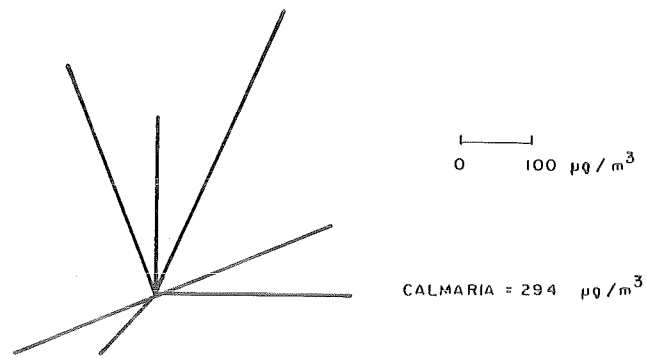
DIA 29 / 08 / 93

(g)



DIA 30 / 08 / 93

(h)



DIA 31 / 08 / 93

(i)

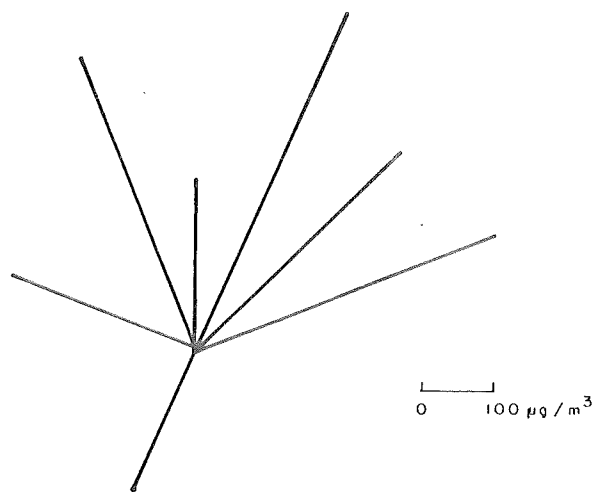


Figura 12 - Conclusão.

#### 4. Conclusões e Considerações Finais

Observou-se, na maioria dos episódios, a atuação de um sistema de alta pressão sobre a região. A única exceção se deu no dia 05 de maio quando a região encontrava-se sob o domínio de um sistema de baixa pressão com frente fria entre PR e SP. Verificou-se ainda que uma situação meteorológica favorável à dispersão de poluentes na RMSP pode ser desfavorável à dispersão em Cubatão, como foi observado no episódio de 04 e 05 de maio.

As condições extremas de altas concentrações de PI em Cubatão ocorreram tanto em situações com alta porcentagem de calmaria quanto em situações com baixa porcentagem de calmaria e alta velocidade do vento, isto sugere que devem ser efetivadas ações locais de controle para a atenuação das emissões do poluente na região.

Através deste estudo não foi possível estabelecer uma direção de vento que contribua mais para o aumento da concentração do poluente, notou-se apenas uma leve tendência dos ventos dos quadrantes W-N e N-E contribuírem um pouco mais do que nas outras direções. Para que se possa obter uma direção de maior contribuição devem ser elaboradas rosas climatológicas de vento e de poluição.

## 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, "Baixada Santista - Carta do meio ambiente e de sua dinâmica". São Paulo, 1989.
- \_\_\_\_\_, "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, 1996a.
- \_\_\_\_\_, "Relatório anual de qualidade do ar no Estado de São Paulo - 1995". São Paulo, 1996b.
- 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 18<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Salvador, 1995. (VI-101)
- OLIVEIRA, S e SAGULA, M.A.L.A., "Episódios de poluição do ar em Cubatão devido à ocorrência de condições meteorológicas críticas para dispersão de poluentes". Anais do III Congresso Brasileiro de Meteorologia, 1984.
- \_\_\_\_\_, "Um estudo teórico e observacional do fluxo de vento em Cubatão". Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1985.

## **Equipe Técnica:**

Carlos Ibsen Vianna Lacava - EQQI  
Clarice Aico Muramoto - EQQM  
Dirce Maria Pellegatti Franco - EQQM  
Israel Azevedo Anastacio - EQQM  
José Antonio de Carvalho Santos - EQQM  
Jussara Aparecida dos Santos - EQQM  
Marisa Cury - EQS  
Ricardo Anazia - EQQM

## **Relatório elaborado por:**

Clarice Aico Muramoto  
Dirce Maria Pellegatti Franco  
Ricardo Anazia

# APÊNDICE A

Tabela A1 - Dados horários de concentração de partícula inalável e direção e velocidade do vento em superfície da Estação Vila Parisi, Cubatão, das 16h do dia 30/04 às 15h do dia 02/05/93.

Hora	30/04-01/05			01/05-02/05		
	Veloc. (m/s)	Direção	PI ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Veloc. (m/s)	Direção	PI ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
16	2,5	SE	220	2,2	SE	102
17	1,3	SSE	157	2,5	SE	78
18	0,8	-	251	1,9	SE	71
19	0,9	-	78	1,6	SSE	118
20	0,4	CALM	141	0,5	E	94
21	0,3	CALM	337	0,3	CALM	102
22	0,5	NW	439	0,5	NW	118
23	0,1	CALM	196	0,8	NW	63
24	0,0	CALM	431	0,5	NNW	63
1	0,0	CALM	329	0,3	CALM	149
2	0,0	CALM	267	0,4	CALM	55
3	0,5	-	478	0,4	CALM	63
4	0,3	CALM	408	0,1	CALM	149
5	0,4	CALM	941	0,0	CALM	149
6	0,1	CALM	282	0,0	CALM	157
7	0,1	CALM	204	0,1	CALM	173
8	0,5	-	102	1,3	NW	133
9	1,6	NW	125	0,5	NW	141
10	2,1	NW	118	1,8	NW	118
11	1,6	NW	102	1,7	NNW	133
12	2,3	ESE	149	2,6	ESE	243
13	2,3	ESE	125	1,7	ESE	173
14	3,0	ESE	86	3,0	ESE	243
15	2,3	E	90	2,7	ESE	165

Tabela A2 - Dados horários de concentração de partícula inalável e direção e velocidade do vento em superfície da Estação Vila Parisi, Cubatão, das 16h do dia 03/05 às 15h do dia 06/05/93.

Hora	03/05-04/05			04/05-05/05			05/05-06/05		
	Veloc. (m/s)	Direção	PI ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Veloc. (m/s)	Direção	PI ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Veloc. (m/s)	Direção	PI ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
16	1,4	SW	282	1,8	WSW	251	5,6	W	141
17	0,4	CALM	471	falha	falha	330	falha	falha	173
18	0,5	W	392	falha	falha	410	0,6	-	falha
19	0,8	W	392	falha	falha	300	3,0	N	71
20	0,9	W	322	falha	falha	300	2,3	SE	55
21	1,4	N	227	falha	falha	200	1,2	SSE	63
22	2,4	N	243	falha	falha	200	0,7	WNW	212
23	3,6	NW	275	falha	falha	300	1,1	NW	149
24	4,2	N	196	falha	falha	230	0,9	WNW	31
1	5,7	NNW	275	6,0	WNW	falha	0,2	CALM	94
2	9,6	WSW	361	4,8	WNW	275	0,4	CALM	86
3	4,8	NNW	173	6,9	W	227	0,2	CALM	63
4	4,0	NNW	220	8,5	WNW	510	0,6	W	133
5	5,4	WSW	141	5,9	NW	204	0,5	-	125
6	5,6	WNW	235	5,2	WNW	212	0,4	CALM	71
7	5,5	NW	212	8,2	W	125	0,3	CALM	16
8	4,1	WNW	212	10,2	W	falha	0,0	CALM	0
9	3,4	WSW	227	8,9	W	275	0,2	CALM	8
10	2,6	WNW	251	11,1	W	322	1,8	SE	0
11	3,7	WNW	282	10,7	WSW	604	2,6	SE	16
12	3,4	NW	212	8,5	WSW	424	1,9	SE	0
13	1,5	W	110	4,1	NW	282	2,5	ESE	39
14	2,0	WNW	173	4,8	WSW	falha	2,3	SE	16
15	2,1	SSW	188	6,6	WSW	86	1,5	S	55



Tabela A4 - Dados horários de concentração de partícula inalável e direção e velocidade do vento em superfície da Estação Vila Parisi, Cubatão, das 16h do dia 25/08 às 15h do dia 27/08/93.

Hora	25/08-26/08			26/08-27/08		
	Veloc. (m/s)	Direção	PI ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Veloc. (m/s)	Direção	PI ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
16	1,1	SW	102	2,5	SSW	125
17	1,5	SSW	141	2,0	SSW	125
18	1,3	SW	102	1,6	SSW	118
19	0,5	N	322	1,2	SW	173
20	0,3	CALM	314	1,0	SSW	141
21	0,3	CALM	298	0,2	CALM	165
22	0,5	N	322	0,4	CALM	298
23	0,2	CALM	235	0,7	N	329
24	0,2	CALM	322	0,7	N	376
1	0,1	CALM	78	0,4	CALM	518
2	0,3	CALM	133	0,1	CALM	478
3	0,1	CALM	282	0,3	CALM	784
4	0,2	CALM	510	0,2	CALM	690
5	0,1	CALM	675	0,4	CALM	424
6	0,5	SSW	588	0,4	CALM	282
7	0,5	SW	149	1,2	N	306
8	1,4	SSW	133	2,1	NE	251
9	1,1	SSW	94	3,3	ENE	243
10	0,5	SSW	235	2,1	E	235
11	0,6	SSW	353	2,9	SSW	235
12	1,4	S	188	4,1	S	165
13	1,1	SSW	204	2,4	SSW	204
14	2,7	SSW	212	3,2	SSW	133
15	3,2	SSW	173	4,4	SSW	falha

Tabela A5 - Dados horários de concentração de partícula inalável e direção e velocidade do vento em superfície da Estação Vila Parisi, Cubatão, das 16h do dia 27/08 às 15h do dia 29/08/93.

Hora	27/08- 28/08			28/08- 29/08		
	Veloc. (m/s)	Direção	PI ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Veloc. (m/s)	Direção	PI ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
16	3,6	SSW	149	2,3	SSW	102
17	2,1	SSW	110	2,0	SW	102
18	1,4	SSW	110	0,7	W	188
19	0,5	NNE	157	0,3	CALM	408
20	0,3	CALM	227	0,5	N	627
21	0,1	CALM	196	0,3	CALM	298
22	0,4	CALM	86	0,4	CALM	251
23	0,3	CALM	157	1,0	N	259
24	0,8	N	212	1,7	N	188
1	0,3	CALM	188	1,2	NNW	259
2	0,9	N	149	1,9	NNW	243
3	0,9	N	125	3,0	N	235
4	0,6	N	141	4,3	NNE	259
5	0,4	CALM	94	4,4	NNE	282
6	0,5	-	165	4,6	NE	290
7	0,7	NNW	243	5,4	ENE	267
8	0,5	NW	376	4,6	ENE	204
9	2,2	S	133	3,5	E	180
10	2,8	SSW	157	2,9	E	251
11	1,7	SSW	314	2,3	N	141
12	3,5	SSW	227	1,7	S	149
13	0,7	W	314	1,3	S	86
14	2,8	SSW	314	1,8	N	212
15	2,1	SSW	243	4,1	SSW	141

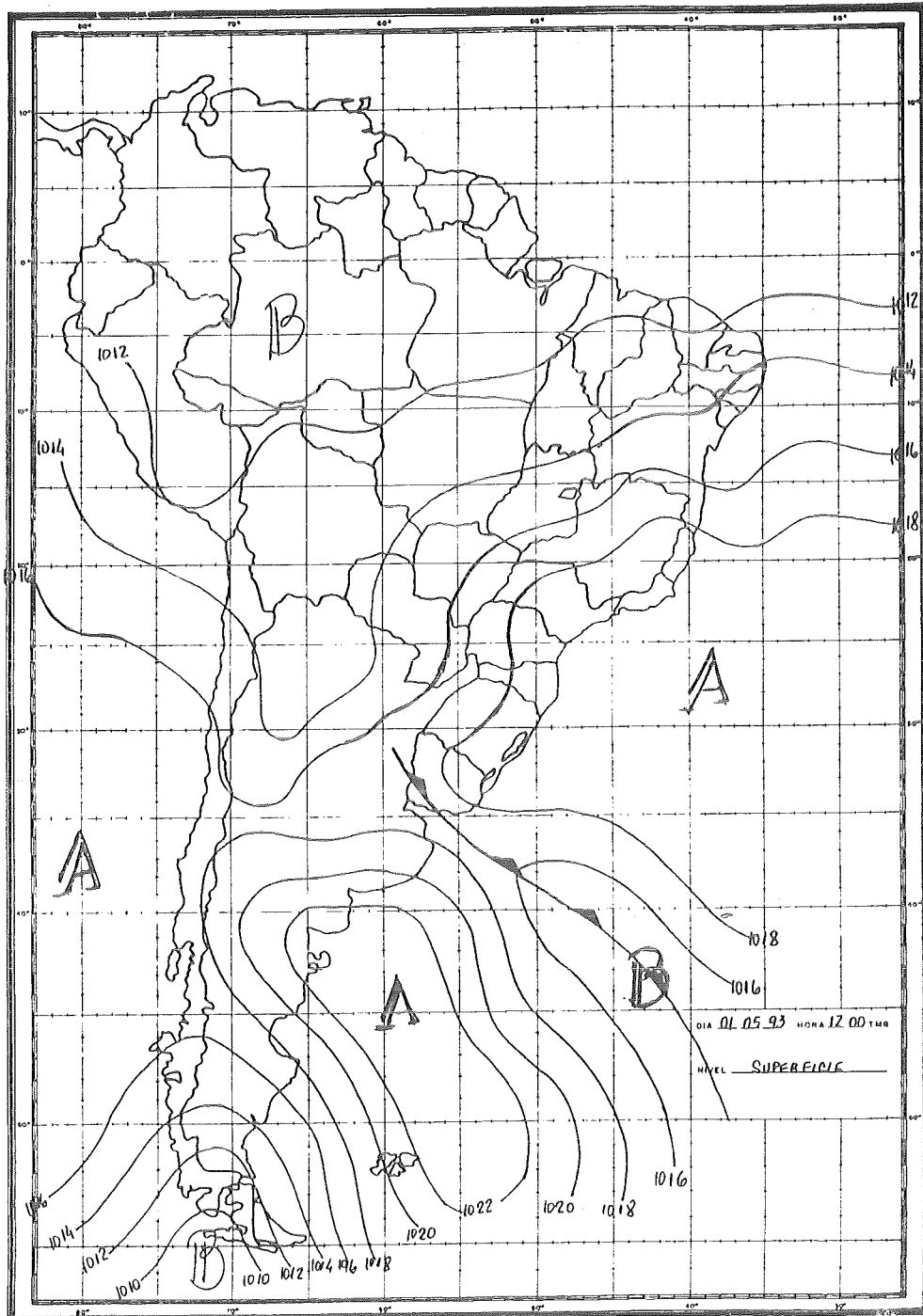
Tabela A6 - Dados horários de concentração de partícula inalável e direção e velocidade do vento em superfície da Estação Vila Parisi, Cubatão, das 16h do dia 29/08 às 15h do dia 01/09/93.

Hora	29/08-30/08			30/08-31/08			31/08-01/09		
	Veloc. (m/s)	Direção	PI ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Veloc. (m/s)	Direção	PI ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Veloc. (m/s)	Direção	PI ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
16	2,5	SW	110	4,0	NNW	353	3,9	SSW	204
17	0,8	WSW	204	4,0	NNW	682	1,1	SSW	314
18	1,5	NNE	353	3,2	ENE	424	0,9	NNE	541
19	0,9	N	306	2,8	NE	384	1,4	NE	384
20	0,4	CALM	290	3,0	NNE	392	0,6	N	455
21	0,6	NNE	627	3,2	NE	455	2,1	S	204
22	0,4	CALM	298	2,0	N	345	1,3	SSE	251
23	1,1	N	204	3,1	NE	298	1,1	SSE	165
24	1,9	N	243	4,2	N	353	1,7	SE	196
1	2,3	N	212	7,8	N	282	1,5	NNE	329
2	2,9	NNE	235	7,7	N	149	1,6	NE	243
3	2,6	E	259	8,1	N	220	0,6	S	267
4	5,1	N	251	6,9	N	282	0,3	CALM	212
5	6,6	N	243	5,3	NNW	220	0,3	CALM	188
6	6,7	N	235	5,3	N	227	0,4	CALM	212
7	5,1	ENE	243	5,1	N	220	0,3	CALM	235
8	4,2	NNW	314	4,0	N	275	0,8	S	212
9	3,6	N	falha	6,1	N	322	2,4	SSW	133
10	7,8	NNW	falha	5,7	N	306	2,9	SSW	133
11	6,7	N	306	5,0	N	306	1,4	SSW	118
12	7,1	N	345	6,8	N	290	1,7	SSW	141
13	5,9	NNW	322	4,2	N	259	2,1	SSW	149
14	4,2	N	259	3,4	SSW	204	2,8	SSW	39
15	4,6	NNW	322	2,8	WNW	267	1,9	SSW	47

# APÊNDICE B

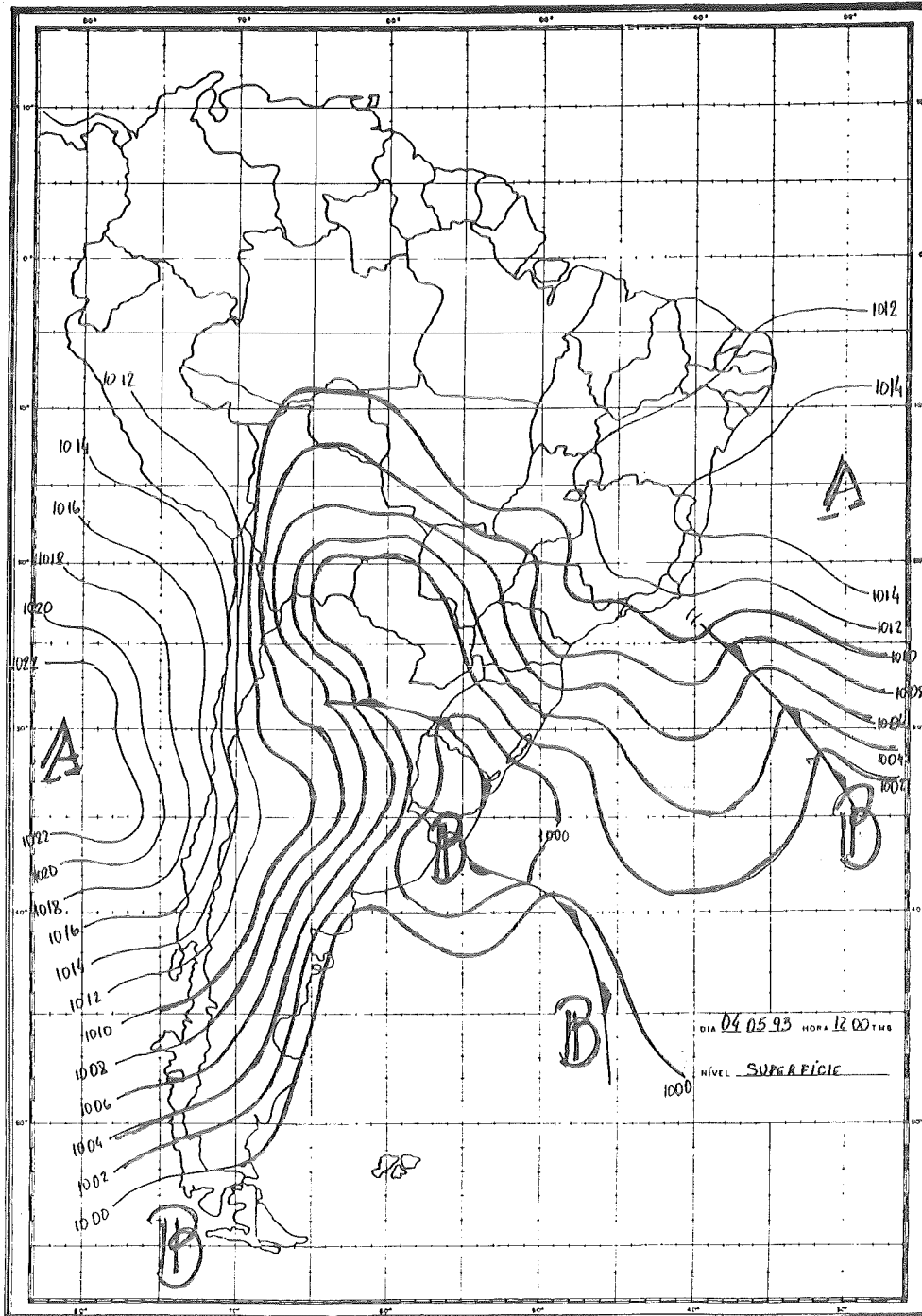
# Carta Sinótica de Superfície das 1200 TMG

01/05/93



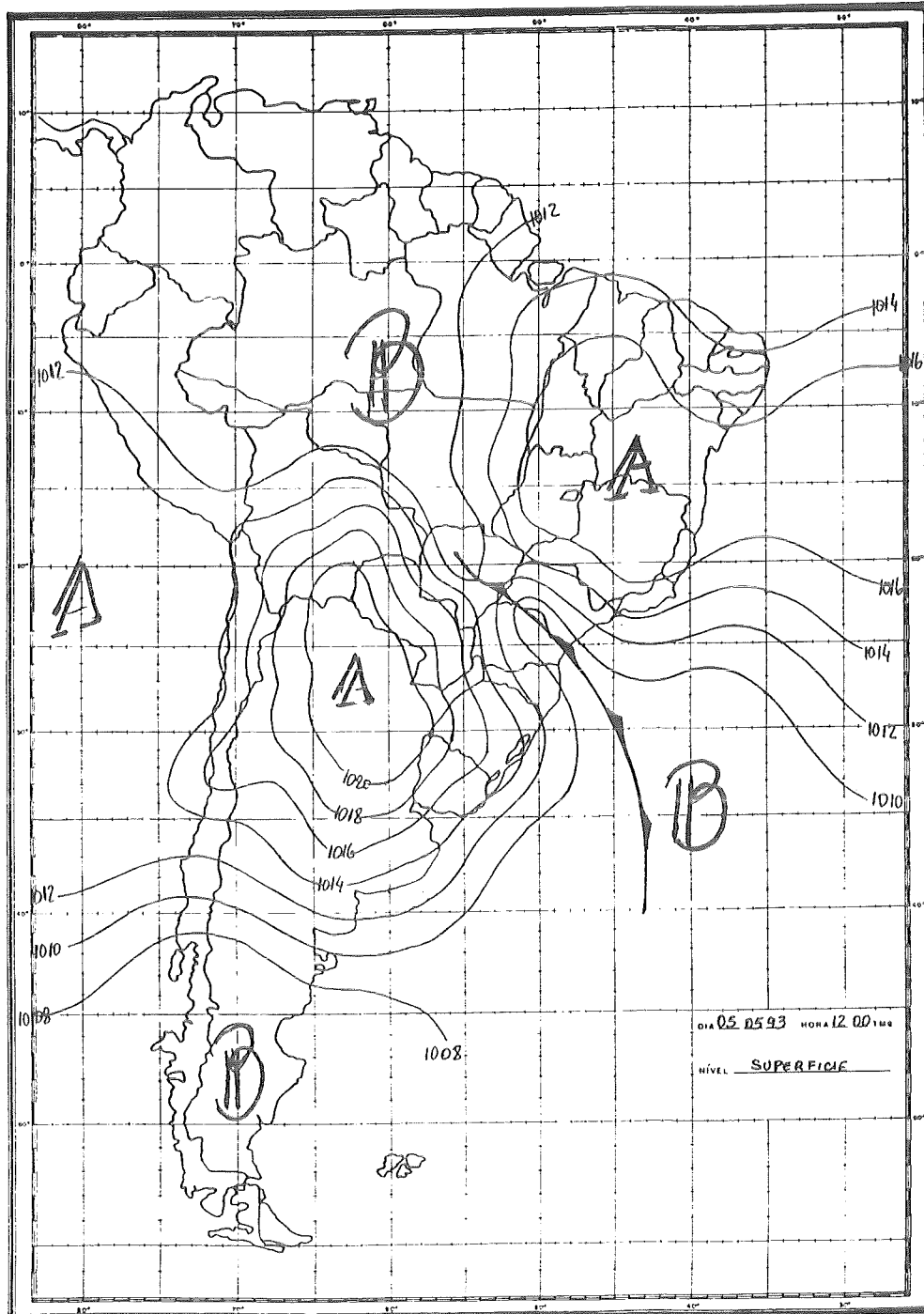
# Carta Sinótica de Superfície das 1200 TMG

04/05/93



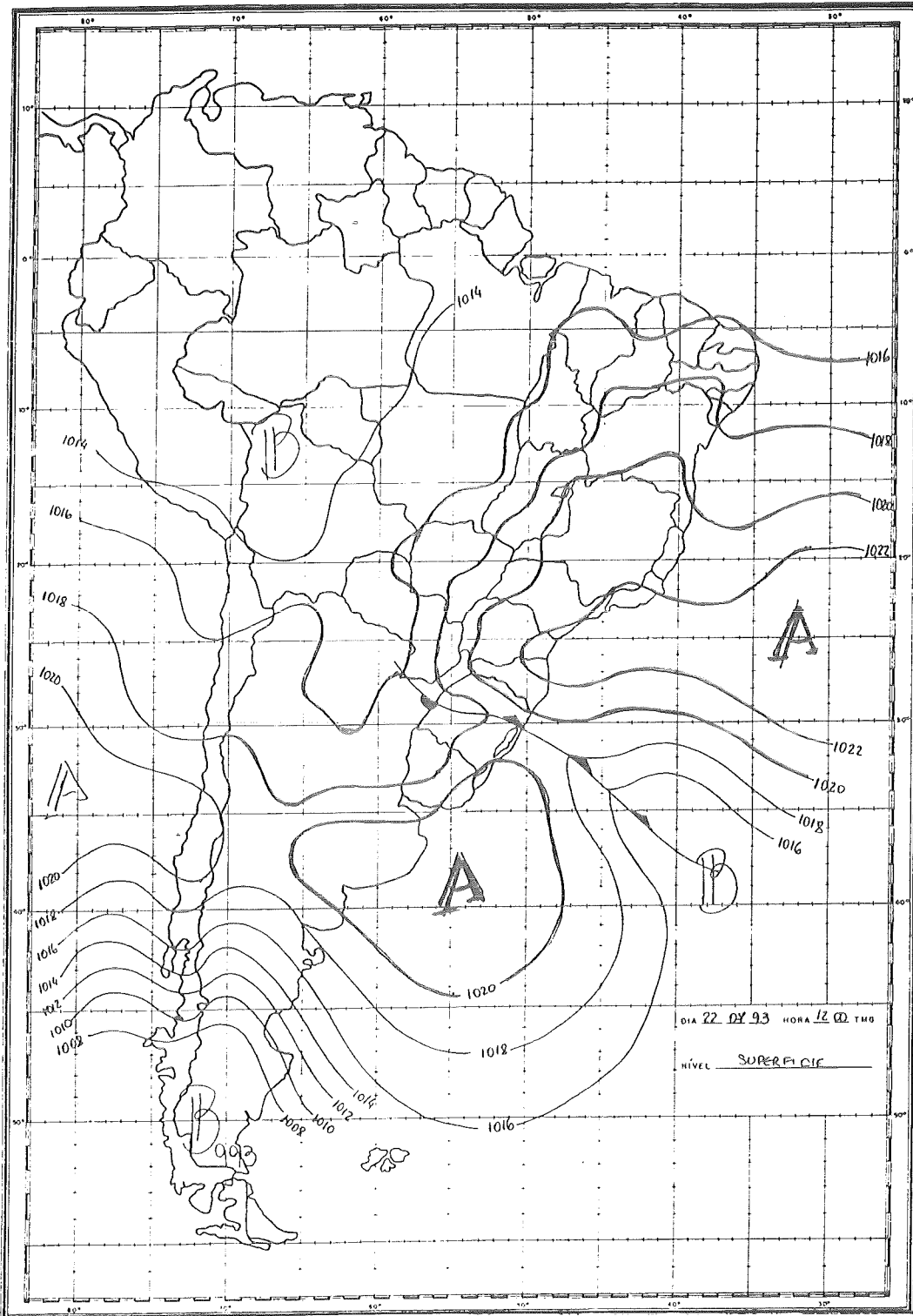
# Carta Sinótica de Superfície das 1200 TMG

05/05/93



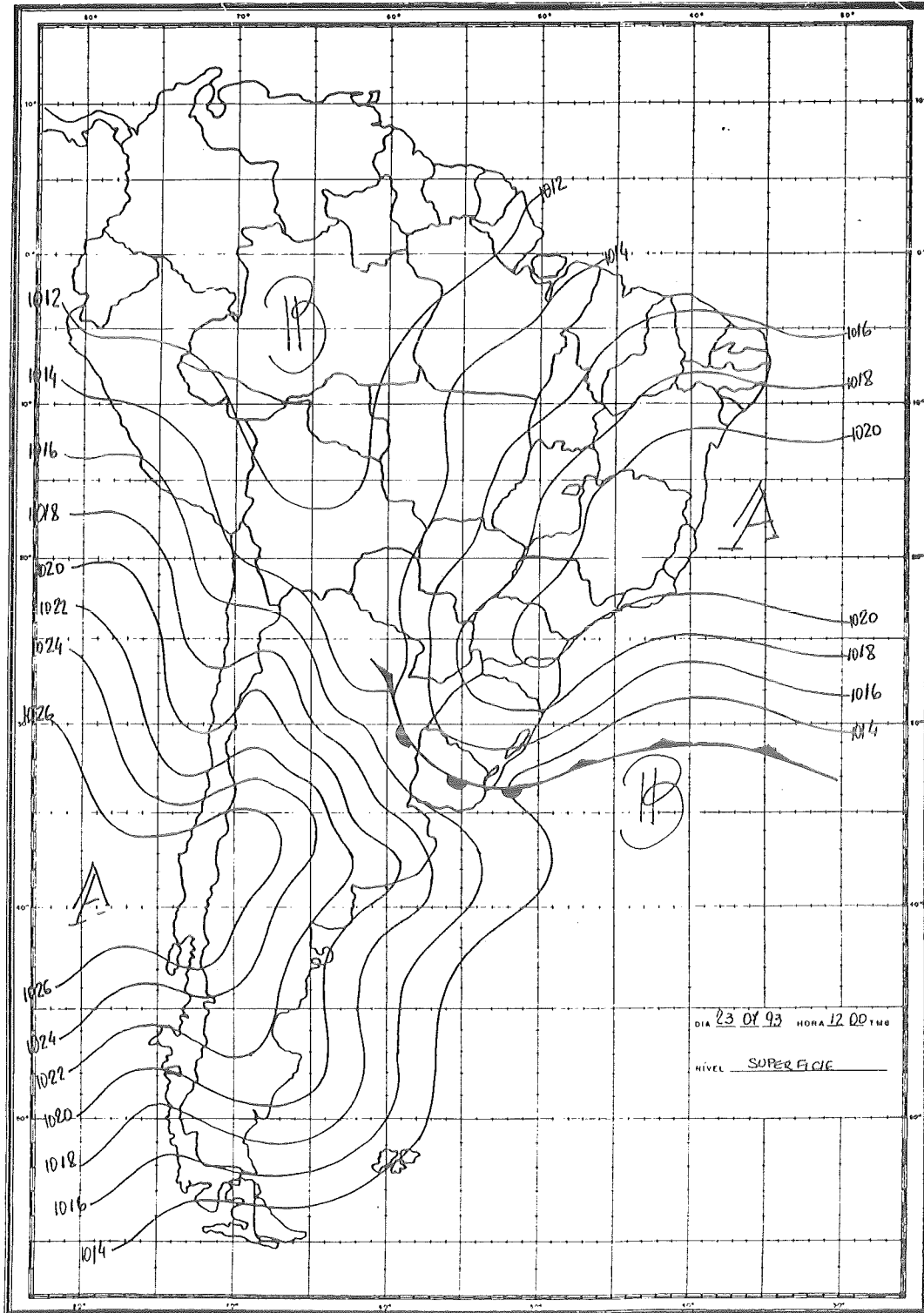
# Carta Sinótica de Superfície das 1200 TMG

22/07/93



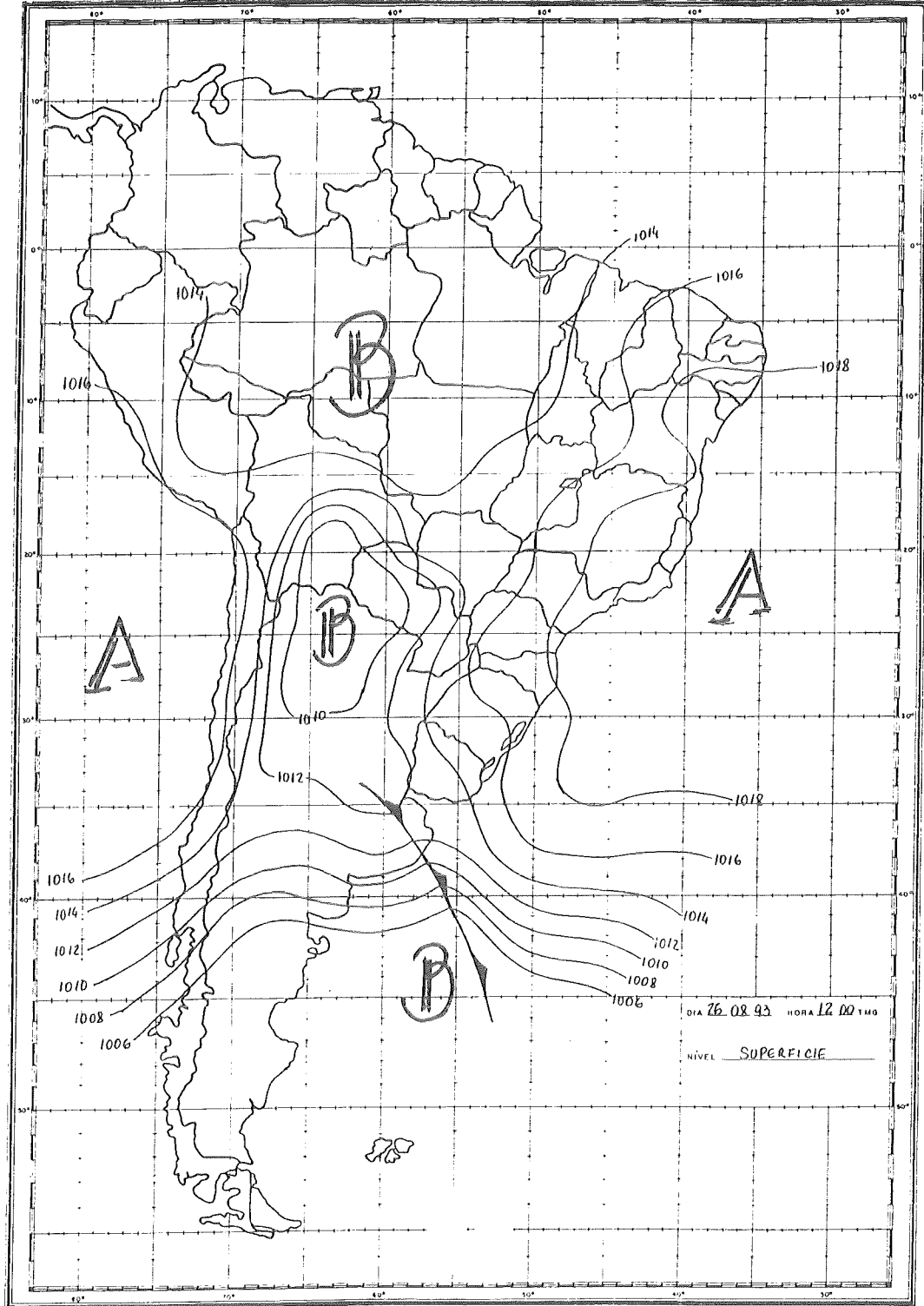
# Carta Sinótica de Superfície das 1200 TMG

23/07/93



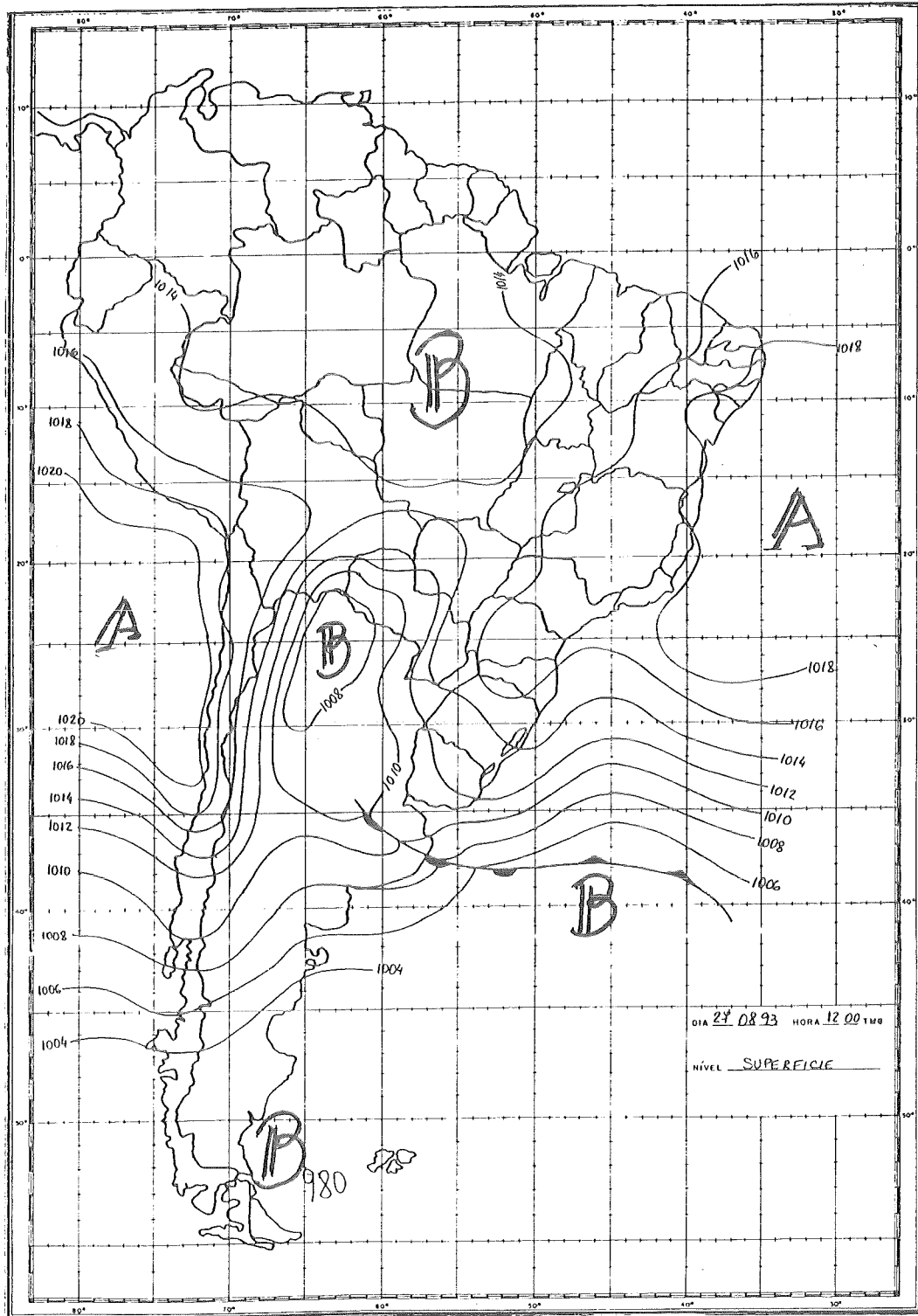
# Carta Sinótica de Superfície das 1200 TMG

26/08/93



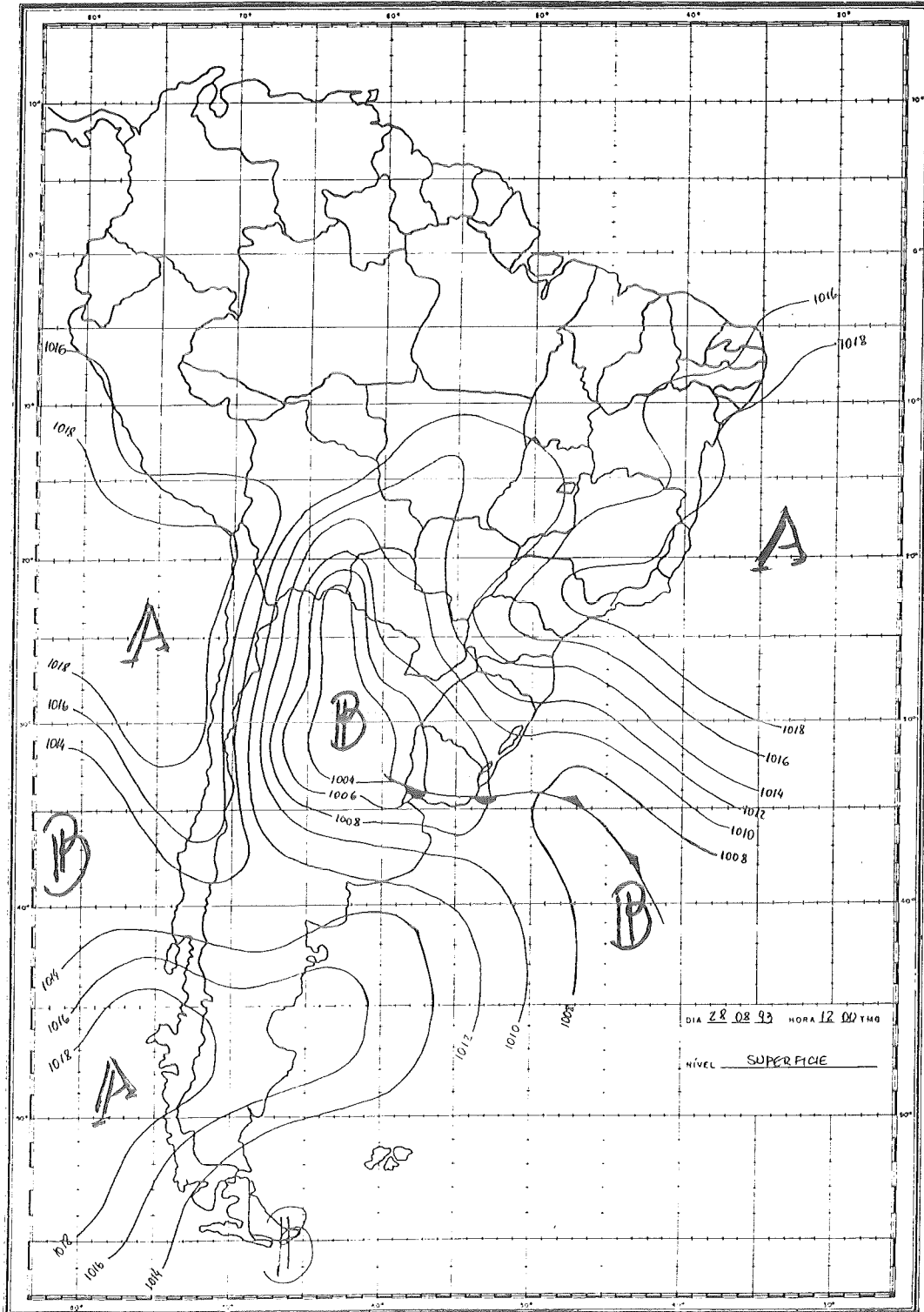
# Carta Sinótica de Superfície das 1200 TMG

27/08/93



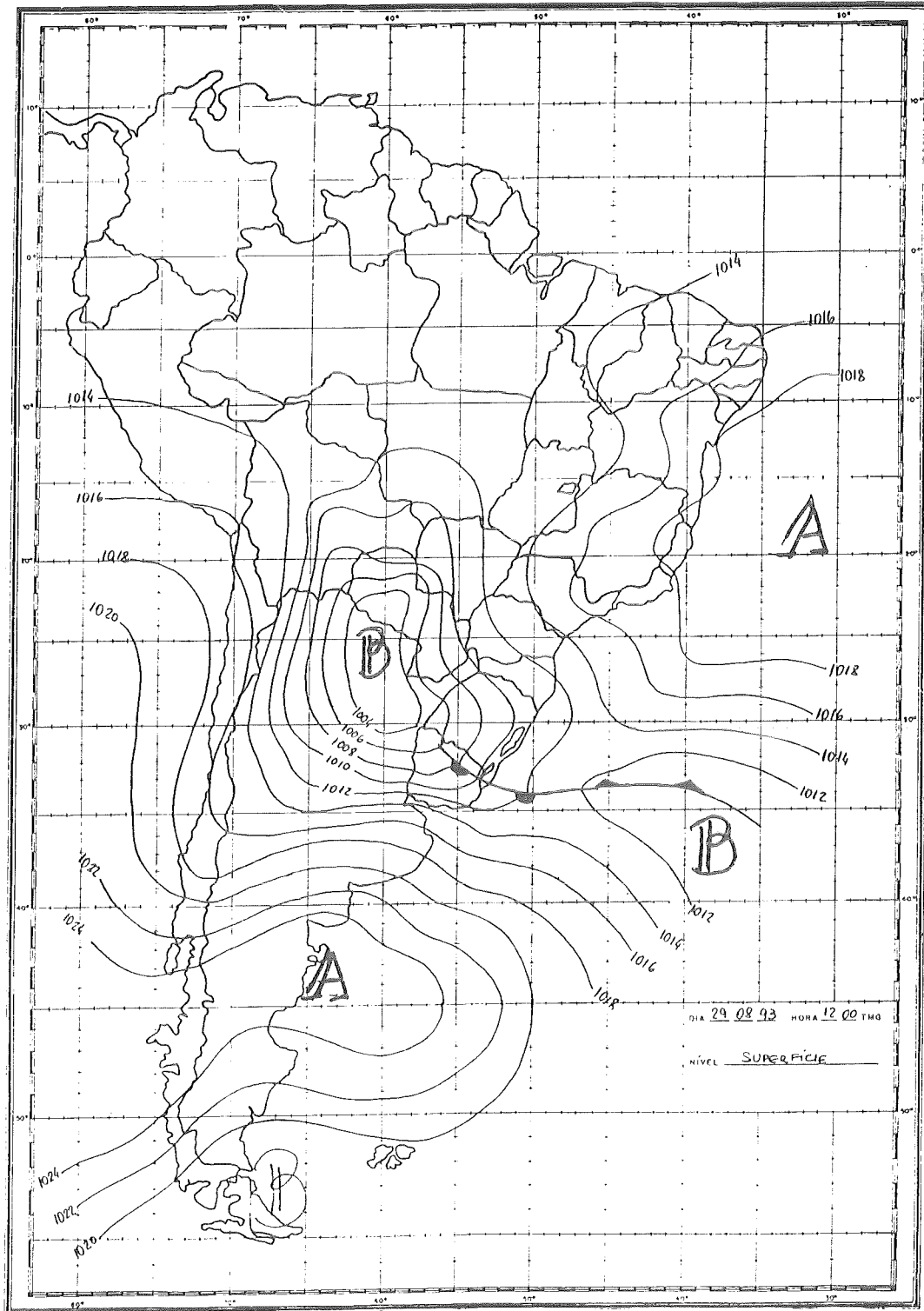
# Carta Sinótica de Superfície das 1200 TMG

28/08/93



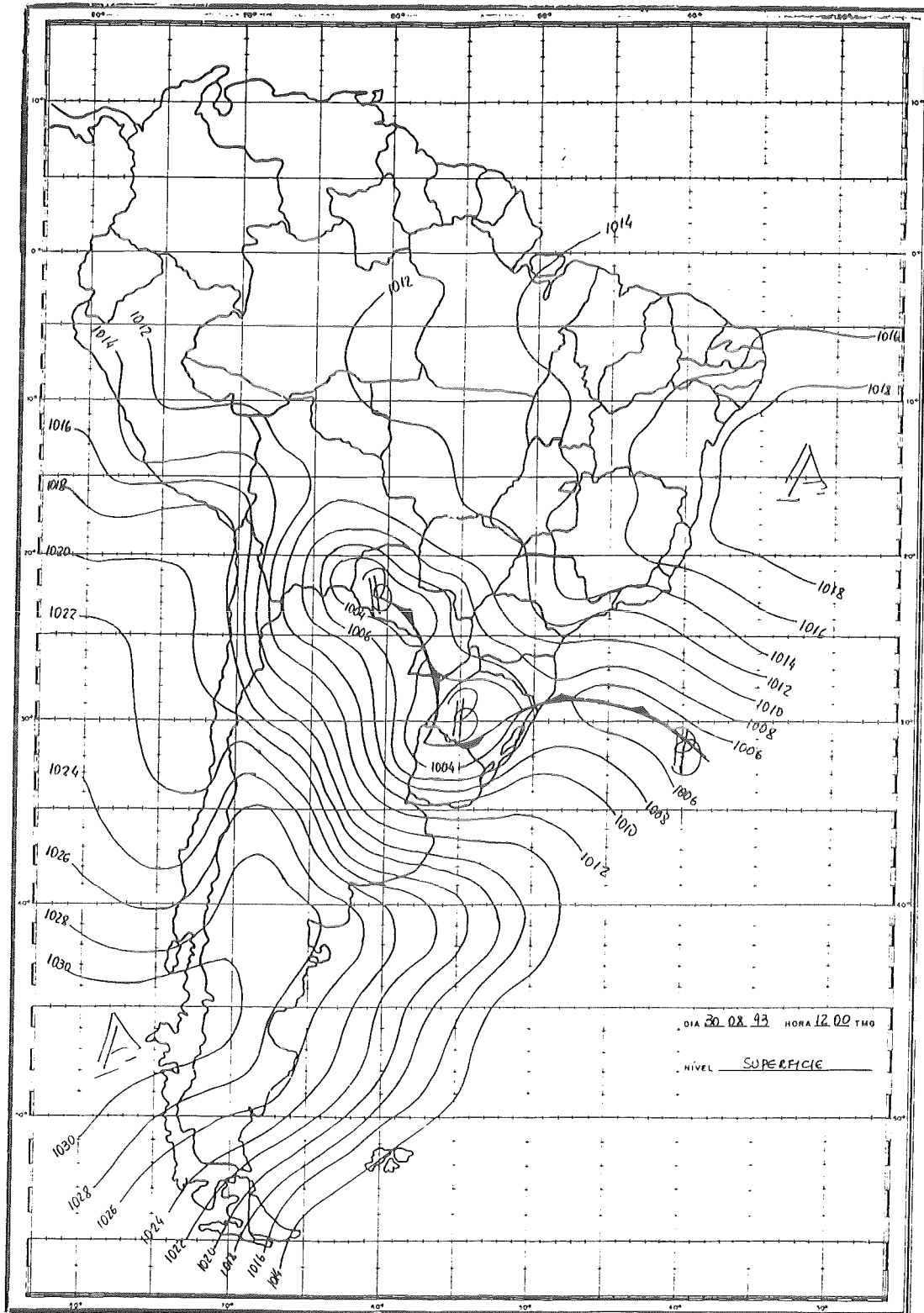
# Carta Sinótica de Superfície das 1200 TMG

29/08/93



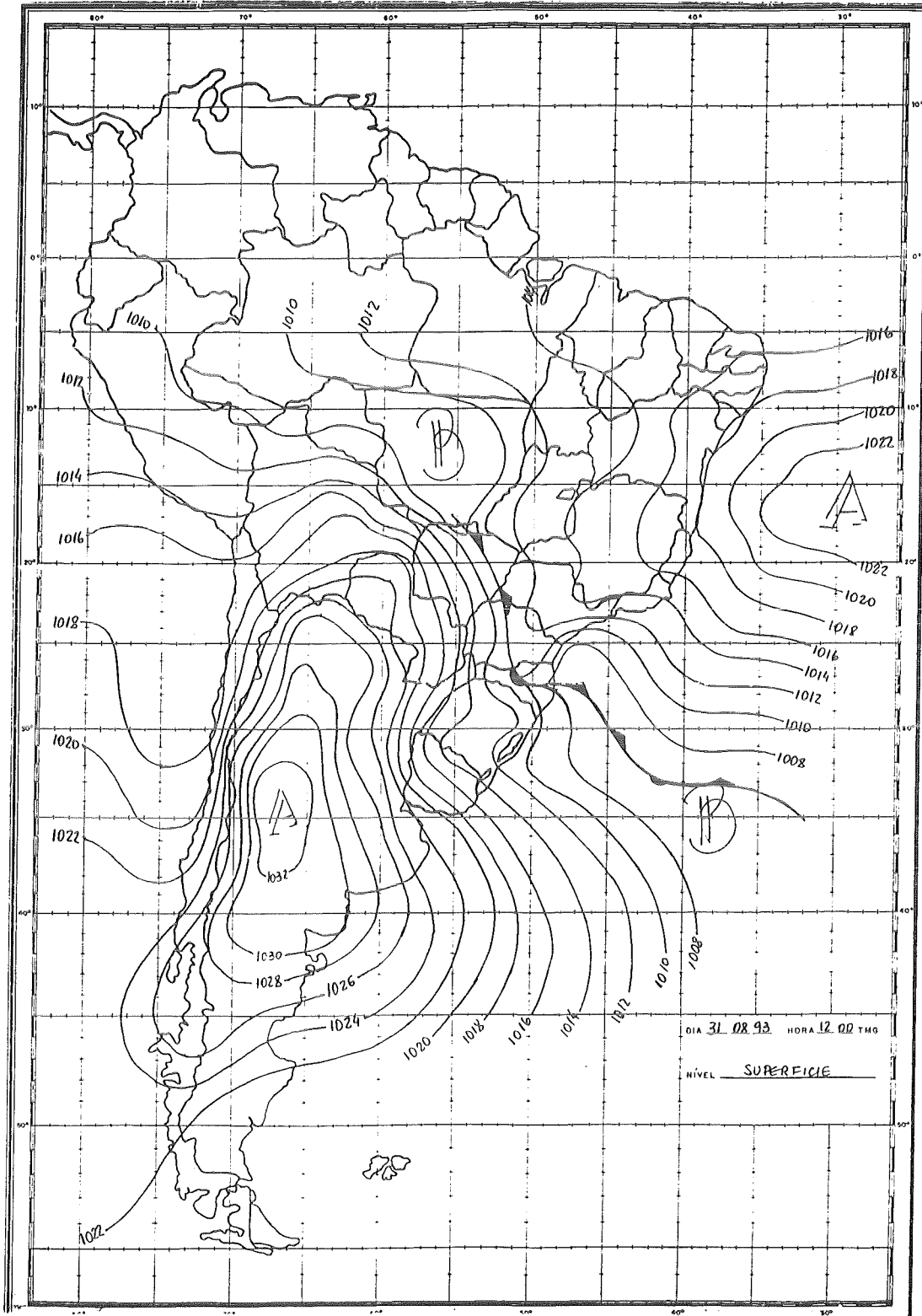
# Carta Sinótica de Superfície das 1200 TMG

30/08/93



# Carta Sinótica de Superfície das 1200 TMG

31/08/93



Data Aquis.: 03.12.02
Indic.:
Livraria:
Preço: R\$
Data Tomba: 03.12.02