

LIMNOLOGIA DE RESERVATÓRIOS DO SUDESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. I. CLIMATOLOGIA.

(Limnology of reservoirs in the Southeastern part of São Paulo State. I. Climatology).

Luiz Edésio SANTO (1)
Mário Santo PAULO (1)

RESUMO

Durante o período de 1979, foi realizado o levantamento climático de diferentes regiões do Estado de São Paulo, onde situam-se reservatórios de pequeno e médio porte. Pelos parâmetros analisados, verifica-se que as condições climáticas de temperatura do ar, índice pluviométrico, insolação média, radiação solar global e ventos, diferem de região para região, em uma mesma bacia hidrográfica, durante o mesmo período e, em quase todas as regiões ocorreram variações climatológicas significativas.

ABSTRACT

During the period of 1979, the climatic conditions of different regions of São Paulo State, where are located small to medium size reservoirs, were studied. Air temperatures, pluviometric conditions, insolation, global solar radiation and wind factor differed from region to region even inside the same hydrographic basin and period and, in most of the regions, climatological showed considerable variation.

1. INTRODUÇÃO

O Estado de São Paulo, com uma área de aproximadamente 248.000 km², situa-se na faixa de 20 a 25° de latitude Sul, ocupando a parte meridional da porção sudeste do país.

O relevo apresenta-se, de modo geral, em forma de planalto, em degraus inclinados, na direção do rio Paraná. No Estado existem três grandes bacias hidrográficas principais e algumas secundárias que apresentam represas de pequeno e médio porte. Essas represas constituem ambientes aquáticos artificiais que merecem um estudo mais profundo, visando não só seu aproveitamento como fonte de energia, água potável para irrigação e como áreas de lazer, mas também para a produção de proteína animal.

O estudo dos reservatórios do Estado de São Paulo teve início através da evolu-

ção das pesquisas limnológicas, nos trabalhos de autoecologia descritivos e trabalhos de sinecologia quantitativos e dinâmicos (TUNDISI, 1976).

Mais recentemente, dentro do Projeto Tipologia de Reservatório do Estado de São Paulo, realizado no período de janeiro à dezembro de 1979, deu-se maior ênfase ao estudo de reservatórios de importância para a vida animal e vegetal, no Estado de São Paulo.

Concomitantemente à este estudo, foi feito o levantamento climatológico das regiões onde se situam estes reservatórios. A situação destas represas, dentro das diferentes bacias hidrográficas, é a seguinte: dois reservatórios na bacia do Rio Paranapanema; quatro na bacia do Rio Ribeira de Iguaçu; dois na bacia do Rio Paraíba do Sul e nove na bacia do Rio Tietê (TABELA 1).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os valores climáticos diários do ano de 1979 foram obtidos junto ao 7º Distri-

(1) Pesquisadores Científicos – Seção de Limnologia – Divisão de Pesca Interior – Instituto de Pesca.

to de Meteorologia do Ministério da Agricultura, Centro Tecnológico de Hidráulica do Departamento de Águas e Energia Elétrica da Secretaria de Obras do Meio Ambiente do Estado de São Paulo e Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agrônomo da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

Com os dados obtidos, foi elaborada a tabela de médias dos índices climáticos de temperatura do ar, índice pluviométrico, umidade relativa do ar, insolação média, radiação solar global e velocidade dos ventos e os respectivos meses de ocorrência no ano de 1979 (TABELA 1). A obtenção destes valores, pelos órgãos que forneceram os dados, foi feita através dos seguintes aparelhos:

- Termômetro FUESS AUGUST nº 28, termômetro de máxima e mínima FUESS nº 42/43 e termógrafos bimetálicos de marcas FUESS e LAMBRECHT, para temperatura do ar;
- Pluviômetro tipo Paulista, com área de exposição de 500 cm² e pluviógrafo FUESS modelo nº 95 HELLMANN, com área de exposição de 200 cm², para índice pluviométrico;

- Psicrometro FUESS AUGUST nº 28, para umidade relativa do ar;
- Heliógrafo, tipo CAMPBELL-STOKES, para insolação;
- Anemógrafo universal FUESS, modelo 82 A e anemômetro de Conchas LAMBRECHT nº 1440, para ventos;

Os valores de radiação solar foram obtidos a partir dos dados de insolação, usando-se a fórmula $Q_s = Q_0 (a + b.n/N)$ de Angstrom (SÁ, 1973) e tabelas meteorológicas (SMITHSONIAN METEOROLOGICAL TABLES, 1951).

Os parâmetros *a* e *b*, da fórmula de Angstrom, foram determinados para o Estado de São Paulo, por VILLA NOVA; REICHARDT; ORTOLANI (1968), apresentando os seguintes valores: *a* = 0,24 e *b* = 0,58.

Através das temperaturas médias mensais e da precipitação pluviométrica total mensal, foram elaborados os climogramas de cada região, onde localizam-se os reservatórios. Como alguns deles situam-se dentro da mesma região, no Estado de São Paulo, foram elaborados os seguintes climogramas:

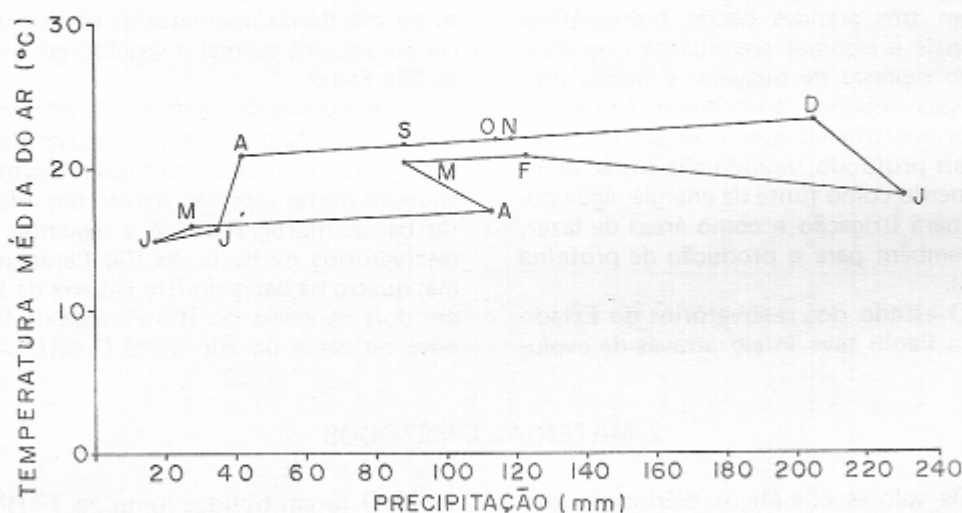


FIGURA 1 - Climograma de Salesópolis, onde situa-se o reservatório Ponte Nova; 1979.

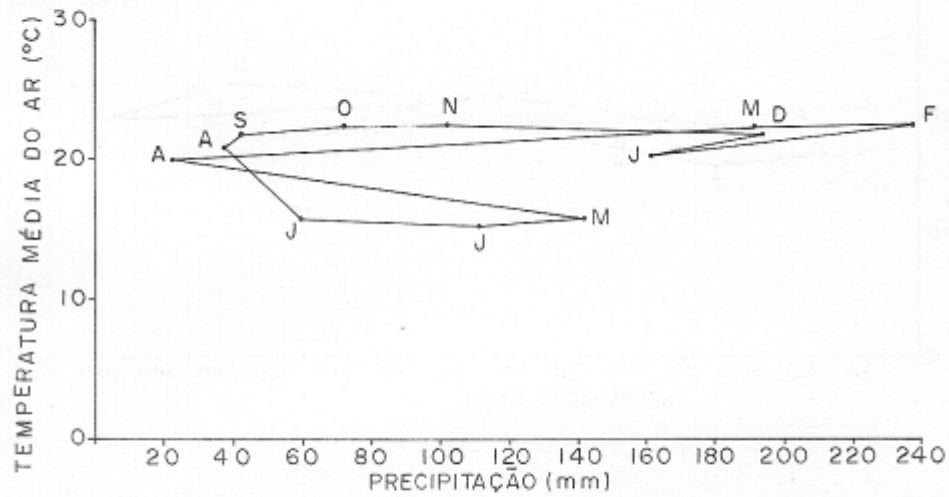


FIGURA 2 - Climograma de São Paulo, onde situa-se os reservatórios Pedreira, Riacho Grande, Parque Ecológico e Guarapiranga; 1979.

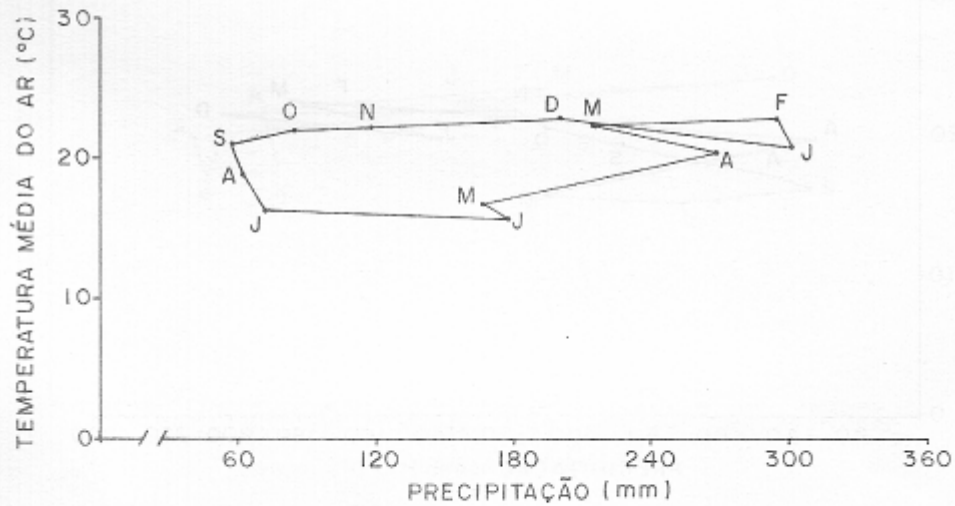


FIGURA 3 - Climograma do Alto da Serra, onde localiza-se o reservatório Rio das Pedras; 1979.

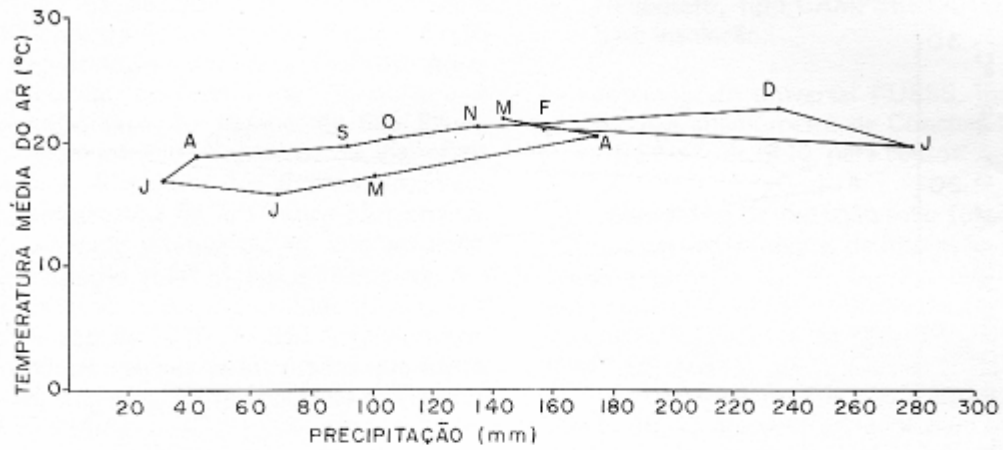


FIGURA 4 - Climograma de Votorantim, onde situa-se o reservatório Ituparanga; 1979.

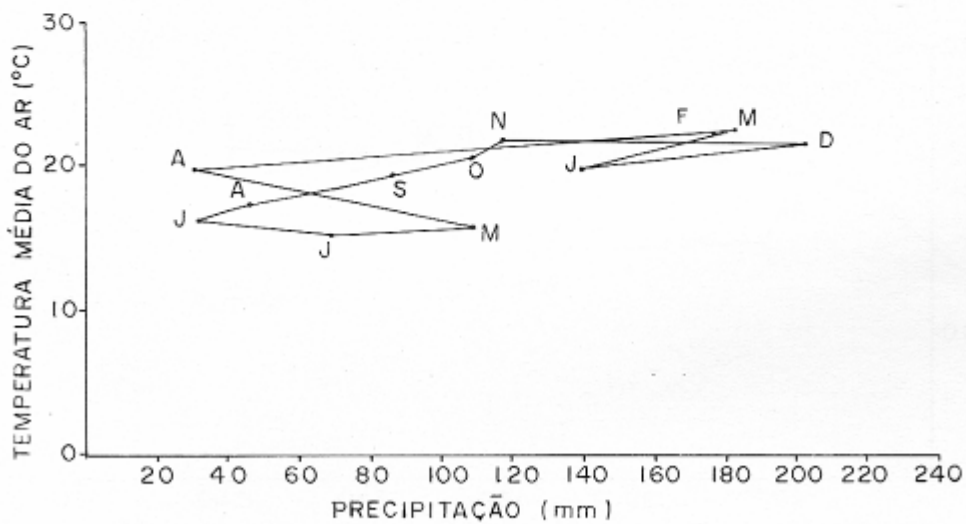


FIGURA 5 - Climograma de Franco da Rocha, onde situam-se os reservatórios de Juqueri e Águas Claras; 1979.

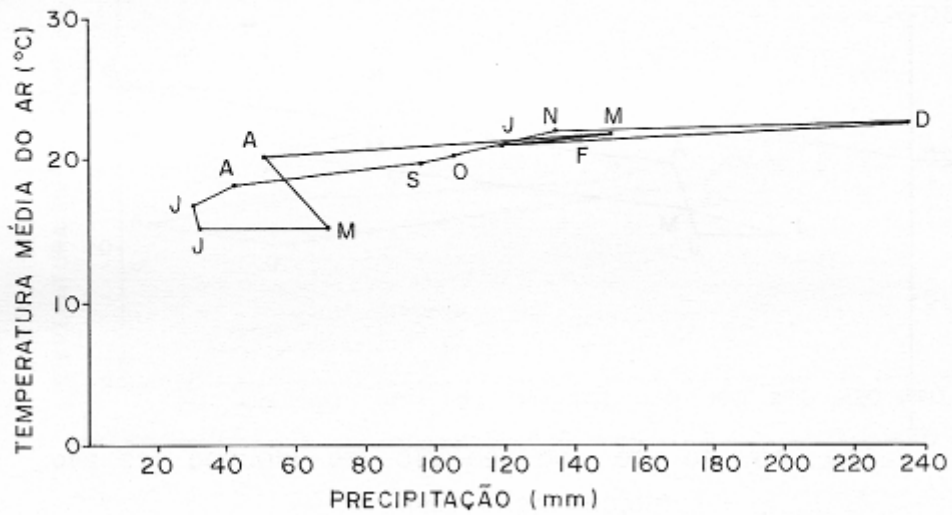


FIGURA 6 - Climograma de Pilar do Sul, onde situa-se o reservatório Batista; 1979.

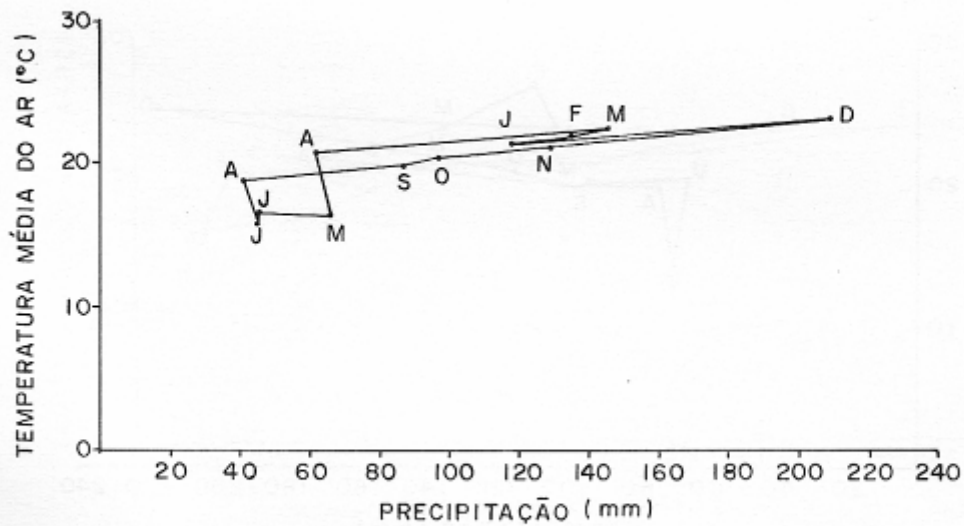


FIGURA 7 - Climograma de São Miguel Arcanjo, onde situa-se o reservatório São José; 1979.

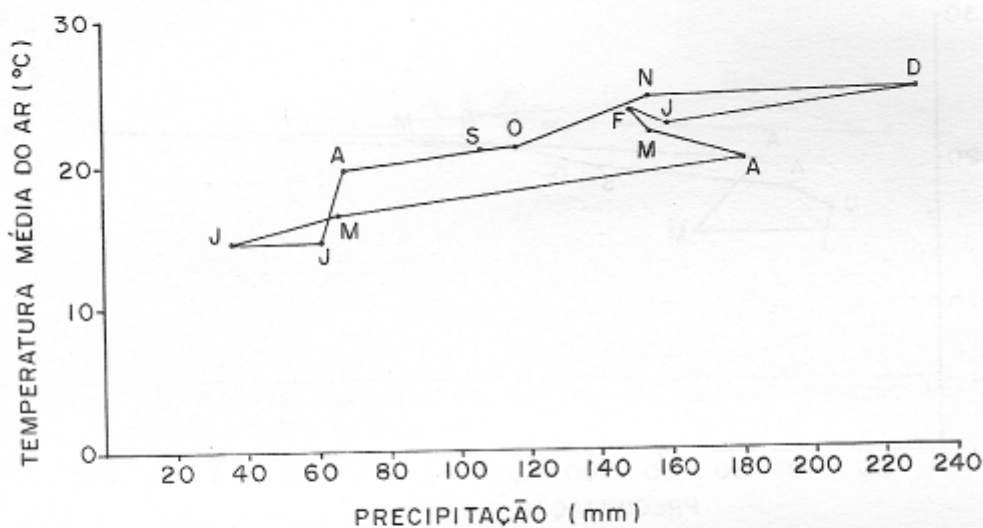


FIGURA 8 - Climograma de Juitituba, onde situa-se o reservatório França; 1979.

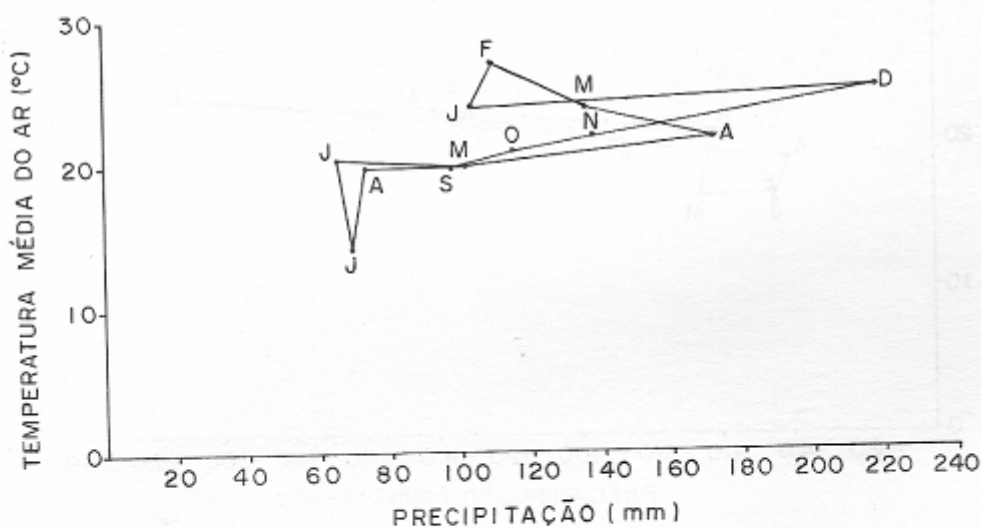


FIGURA 9 - Climograma de Juquiá, onde situam-se os reservatórios Fumaça, Alecrim e Serraria; 1979.

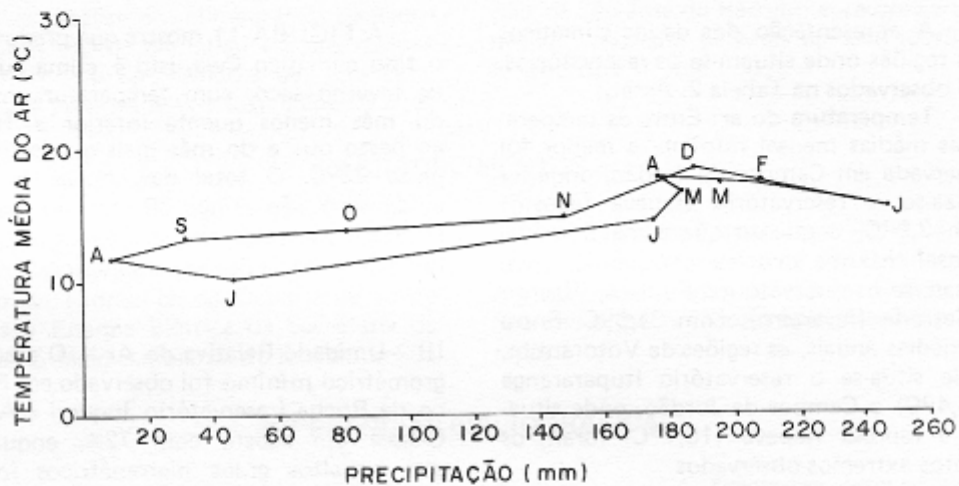


FIGURA 10 – Climograma de Campos de Jordão, onde situa-se o reservatório Itapeva; 1979.

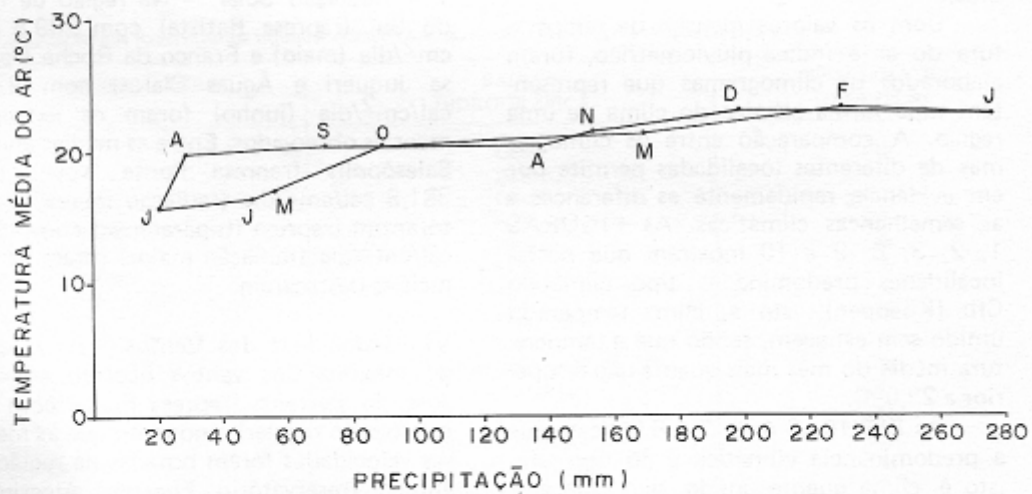


FIGURA 11 – Climograma de São José do Barreiro, onde situa-se o reservatório Funil; 1979.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A apresentação dos dados climáticos das regiões onde situam-se os reservatórios, são observados na Tabela 2. Assim:

I — **Temperatura do ar:** Entre as temperaturas médias mensais mínimas, a menor foi observada em Campos de Jordão, onde localiza-se o reservatório Itapeva (agosto) com 2,9°C, enquanto que a maior média mensal máxima ocorreu em Juquiá, onde situam-se os reservatórios Fumaça, Alecrim e Serraria (fevereiro), com 31,6°C. Entre as médias anuais, as regiões de Votorantim, onde situa-se o reservatório Ituparanga (24,4°C) e Campos de Jordão, onde situa-se a represa Itapeva (15,1°C) foram os pontos extremos observados.

II — **Índice pluviométrico:** O mínimo pluviométrico mensal foi observado em Campos de Jordão, na represa Itapeva (agosto) com 9,0 mm, enquanto que as precipitações mais intensas mensais ocorreram no Alto da Serra, onde situa-se a represa Rio das Pedras (janeiro) com 301,2 mm. Os totais anuais variaram de 1210,0 mm em Pilar do Sul (Reservatório Batista) a 2010,0 mm no Alto da Serra (Reservatório Rio das Pedras).

Com os valores mensais de temperatura do ar e índice pluviométrico, foram elaborados os climogramas que representam uma forma clássica do clima de uma região. A comparação entre os climogramas de diferentes localidades permite por em evidência rapidamente as diferenças e as semelhanças climáticas. As FIGURAS 1, 2, 3, 5, 9 e 10 mostram que nestas localidades predomina o tipo climático Cfb (Köppen), isto é, clima temperado úmido sem estiagem, sendo que a temperatura média do mês mais quente não é superior a 22,0°C.

As FIGURAS 4, 6, 7 e 8 indicam que a predominância climática é do tipo Cfa, isto é, clima quente úmido, sem estiagem, sendo que a temperatura média do mês menos quente é inferior a 18,0°C, ao passo que a do mês mais quente ultrapassa 22°C. A altura pluviométrica do mês mais seco ultrapassa 30 mm.

A FIGURA 11 mostra que predomina o tipo climático Cwa, isto é, clima quente de inverno seco, com temperatura média do mês menos quente inferior a 18°C, ao passo que a do mês mais quente ultrapassa 22°C. O total das chuvas do mês ainda seco não atinge 30 mm, ao mesmo tempo o mês mais chuvoso apresenta altura pluviométrica dez vezes superior.

III — **Umidade Relativa do Ar** — O grau higrométrico mínimo foi observado em Franco da Rocha (reservatório Juqueri e Águas Claras) em agosto com 72%, enquanto que os altos graus higrométricos foram notados em Salesópolis (reservatório Ponte Nova), Alto da Serra (reservatório Rio das Pedras) e Campos de Jordão (reservatório Itapeva) no mês de fevereiro com 89%.

IV — **Insolação** — De modo geral, as insolações mínimas observadas variaram de 4 a 5 horas/dia, enquanto que as máximas oscilaram de 6 a 8 horas/dia, durante praticamente o ano todo.

V — **Radiação Solar** — Na região de Pilar do Sul (represa Batista) com 209,8 cal/cm²/dia (maio) e Franco da Rocha (represa Juqueri e Águas Claras) com 270,0 cal/cm²/dia (junho) foram os extremos mensais observados. Entre as médias anuais, Salesópolis (represa Ponte Nova) com 381,8 cal/cm²/dia (radiação menor) e Votorantim (represa Ituparanga) com 451,1 cal/cm²/dia (radiação maior) foram as que mais se destacaram.

VI — **Velocidade dos Ventos** — A velocidade máxima dos ventos ocorreu em São José do Barreiro (represa Funil) com 7,9 m/s (vento regular), enquanto que as menores velocidades foram notadas na região de Juquiá (reservatório Fumaça, Alecrim e Serraria) com 2,2 m/s (vento quase calmo).

Na TABELA 1 observa-se os tipos climáticos de acordo com a classificação de KOEPPEN (SETZER, 1946) em função das regiões onde situam-se os reservatórios.

4. CONCLUSÃO

Pela análise dos climogramas conclui-se que o regime climático em dez regiões estudadas é do tipo úmido anual, com temperaturas brandas (Cfa e Cfb) e apenas a re-

gião de São José do Barreiro apresenta a variação Cwa, com período de seca (abril a setembro).

AGRADECIMENTOS

Ao 7º Distrito de Meteorologia do Ministério da Agricultura, Centro Tecnológico de Hidráulica do Departamento de Águas e Energia Elétrica da Secretaria de Obras do Meio Ambiente do Estado de São

Paulo e Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agrônomo da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, pelas valiosas colaborações prestadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SÁ, D. F. 1973 Alguns aspectos da energia solar em Mandacaru. *Sudene. B. Rec. Nat.*, Recife, 11 (1/2) 11-26.

SETZER, J. 1946 *Contribuição para o estudo do clima do Estado de São Paulo*. São Paulo, Escolas Profissionais Salesianas. 239p.

SMITHSONIAN METEOROLOGICAL TABLES 1951 Sixty edition, Washington, Smithsonian Institution.

TUNDISI, J.G. 1976 Estudos limnológicos no Estado de São Paulo: Pesquisas Realizadas e Situação Atual do Campo. IN: ENCONTRO NACIONAL SOBRE LIMNOLOGIA, PISCICULTURA E PESCA CONTINENTAL, 1, *Anais*. . . Belo Horizonte, Fundação João Pinheiro 1976. p. 183-88.

VILLA NOVA, N.A.; REICHARDT, K.; ORTOLANI, A.A. 1968 *Principais métodos climáticos de estimativas e de medida de perda de água de superfície naturais*. Piracicaba, SP., Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 31p. (Apostila do Curso de Física e Meteorologia).

TABELA 1

Localização dos Reservatórios segundo as bacias hidrográficas, com os tipos climáticos regionais.

RESERVATÓRIO	BACIA HIDROGRÁFICA	TIPO CLIMÁTICO (KOEPPEN)
Ponte Nova	Tietê	Cfb
Pedreira	Tietê	Cfb
Riacho Grande	Tietê	Cfb
Rio das Pedras	Tietê	Cfb
Guarapiranga	Tietê	Cfb
Parque Ecológico	Tietê	Cfb
Itupararanga	Tietê	Cfa
Águas Claras	Tietê	Cfb
Juqueri	Tietê	Cfb
Batista	Paranapanema	Cfa
São José	Paranapanema	Cfa
França	Ribeira de Iguape	Cfa
Fumaça	Ribeira de Iguape	Cfb
Alecrim	Ribeira de Iguape	Cfa
Serraria	Ribeira de Iguape	Cfa
Itapeva	Paraíba do Sul	Cfb
Funil	Paraíba do Sul	Cwa

Cfa = clima quente (ou quase temperado) úmido sem estiagem;

Cfb = clima temperado úmido sem estiagem;

Cwa = clima quente de inverno seco.

TABELA 2
Médias mensais e anuais dos índices climáticos dos Reservatórios estudados, no ano de 1979. () mês de ocorrência.

RESERVATÓRIO / ELEMENTOS CLIMÁTICOS	Funil	Itapeva	Alecrim	Serraria	Fumaça	França	São José	Batista	Juquet	Águas Claras	Itaparanga	Parque Ecológico	Guarapiranga	Rio das Pedras	Raacho Grande	Pedreira	Ponte Nova
TEMPERATURA DO AR (°C)																	
mín.	10,9	2,9	9,2	9,2	9,2	10,4	11,2	10,0	10,0	10,0	10,4	10,4	10,4	10,0	10,4	10,4	9,0
máx.	(6)	(8)	(7)	(7)	(7)	(7)	(7)	(5-6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)
média	28,4	22,8	31,6	31,6	31,6	29,3	28,5	27,5	28,4	28,4	27,5	30,5	30,0	30,0	30,0	30,5	30,5
TOTAL anual	(1)	(3)	(2)	(2)	(2)	(12)	(12)	(12)	(11)	(11)	(12)	(11)	(11)	(10)	(11)	(11)	(11)
média	20,3	15,1	21,3	21,3	21,3	19,9	20,0	19,9	19,6	19,6	24,4	20,4	20,4	20,2	20,4	20,0	19,3
ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO (mm)																	
mín.	21,4	9,0	65,8	65,8	65,8	36,4	42,0	30,0	31,0	31,0	30,0	22,9	22,9	60,8	22,9	22,9	18,0
máx.	(7)	(8)	(6)	(6)	(6)	(6)	(8)	(7)	(4)	(7)	(7)	(4)	(4)	(1)	(4)	(4)	(6)
TOTAL anual	277,0	247,0	219,5	219,5	219,5	230,8	209,8	236,0	202,8	202,8	279,1	239,0	239,0	301,2	239,0	239,0	23,1
média	(1)	(1)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(1)	(2)	(2)	(1)	(2)	(2)	(1)
TOTAL anual	1,483	1,690	1,406	1,406	1,406	1,497	1,187	1,210	1,303	1,303	1,571	1,391	1,391	2,010	1,391	1,391	1,307
UMIDADE RELATIVA DO AR (%)																	
mín.	74	75	79	79	79	78	76	74	72	72	74	76	76	77	76	76	76
máx.	(7)	(8)	(9-12)	(9-12)	(12)	(1-9)	(7)	(7-8)	(8)	(8)	(7)	(1)	(1)	(5)	(1)	(1)	(8)
média	82	88	84	84	84	84	82	79	80	80	80	85	85	88	85	85	89
TOTAL anual	(2-3-6)	(2)	(2)	(2)	(2)	(6)	(3)	(2-12)	(1-12)	(1-12)	(1-12)	(6)	(6)	(1)	(6)	(8)	(1)
média	79	84	82	82	82	83	78	77	77	77	78	80	80	82	80	80	82
INSOLAÇÃO MÉDIA (h/d)																	
mín.	5,0	4,2	4,6	4,6	4,6	4,8	5,2	5,4	5,4	5,4	5,0	5,2	5,2	4,4	5,2	4,4	4,4
máx.	(7)	(6)	(1)	(1)	(1)	(1-5)	(5-6)	(1-6)	(6-11)	(6-11)	(6)	(6-11)	(6-11)	(12)	(6-11)	(6-11)	(1)
média	6,8	7,7	6,0	6,0	6,0	6,2	6,8	6,8	7,0	7,0	6,8	7,0	7,0	7,2	7,0	7,0	6,0
TOTAL anual	(10)	(8)	(11)	(11)	(11)	(10)	(2)	(7)	(2)	(2)	(2-7)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(8-9)
média	5,8	5,9	5,4	5,4	5,4	5,4	6,0	6,1	5,8	5,8	6,2	5,8	5,8	5,4	5,8	6,8	5,3
RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL (Cal/cm ² /dia)																	
mín.	266,0	237,0	265,0	265,0	265,0	259,0	297,6	209,8	270,0	270,0	259,0	265,0	265,0	259,0	265,0	265,0	267,0
máx.	(7)	(16)	(6)	(6)	(6)	(6)	(5)	(5)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)
média	522,0	550,0	490,0	490,0	490,0	496,0	519,5	513,4	528,1	528,1	520,0	528,0	528,0	537,0	528,0	528,0	448,0
TOTAL anual	(12)	(11)	(11)	(11)	(11)	(12)	(2)	(12)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(11)
média	403,7	406,5	385,5	385,5	385,5	389,0	412,1	412,5	404,6	404,6	415,1	402,4	402,4	386,4	402,4	402,4	381,8
VENTOS (m/s)																	
mín.	5,0	5,0	2,2	2,2	2,2	3,6	4,0	3,6	3,4	3,4	4,0	5,0	5,0	4,0	5,0	5,0	5,0
máx.	(6-7-8)	(12)	(5)	(5)	(5)	(6)	(6)	(6)	(7)	(7)	(6)	(2-4)	(2-4)	(7)	(2-4)	(2-4)	(6)
média	7,9	7,0	6,2	6,2	6,2	6,4	6,4	7,4	6,2	6,2	7,0	7,8	7,8	7,2	7,8	7,8	7,4
TOTAL anual	(12)	(9)	(11)	(11)	(11)	(11-12)	(1)	(9)	(2)	(2)	(11)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)
média	6,9	6,1	4,8	4,8	4,8	5,2	5,4	5,7	5,3	5,3	5,4	6,1	6,1	5,6	6,1	6,1	6,2