

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo

Vol. 15

Campinas, agosto de 1956

N.º 18

DISTRIBUIÇÃO E CURSO ANUAL DAS PRECIPITAÇÕES NO ESTADO DE SÃO PAULO (*)

RUDOLF SCHRÖDER

*Dr. phil., Consultor Técnico contratado, Seção de Climatologia Agrícola,
Instituto Agrônômico*

RESUMO

O presente trabalho trata da distribuição local e sazonal das chuvas no Estado de São Paulo. Serviram de base para sua elaboração os valores da precipitação de 249 postos pluviométricos, cuja distribuição exata é dada numa carta (fig. 4).

Descrevemos detalhadamente o material utilizado, comparando-o com séries de observações mais longas de alguns postos pluviométricos, dando atenção especial à decomposição do valor médio.

A descrição da precipitação pluviométrica anual é ordenada segundo os grandes grupos de paisagens geográficas do Estado de São Paulo, como seguem: região costeira, com as paisagens do litoral de S. Sebastião, Santos, Iguape e Alto do Ribeira; região do Planalto Paulista, que se estende da Serra do Mar até o Rio Paraná; região montanhosa, da Serra da Mantiqueira; e, finalmente, região do Vale do Paraíba, que se apresenta com um caráter próprio em relação às chuvas.

Tratando-se de um trabalho para fins agrícolas, as isoietas entre 1.000 e 1.500 mm estão representadas com intervalos de 100 mm, e aquelas de 1.500 a 1.700 mm, com intervalos de 200 mm; a partir de 1.700 o intervalo é de 300 mm. E como as chuvas anuais, a partir de 2.000 mm são menos importantes para a agricultura do Estado, daí até 3.000 mm estabelecemos o intervalo de 1.000 mm.

Os perfis de precipitação, de Iguape até o Rio Grande e do Estado do Paraná até o de Minas Gerais, dão-nos conhecimento de que a quantidade de chuva e sua distribuição sazonal varia desde a costa até o interior, e do Estado do Paraná até o de Minas Gerais. Em ambos os perfis acha-se delimitada a "pequena estação chuvosa hibernal".

Outrossim, consideramos apenas duas estações do ano, seis meses de inverno, sêco e fresco, e seis meses de verão, chuvoso e quente.

Grande parte do trabalho encerra o estudo das precipitações mensais, segundo a sua decomposição em pluviogramas.

O número de dias chuvosos, a densidade pluviométrica e a probabilidade de chuvas, de cerca de 30 postos escolhidos pela qualidade e confiança das séries longas de observações, são analisados, bem como o quociente de oscilação entre a maior e a menor quantidade de precipitações.

(*) O A. agradece ao Eng. Agr. A. Paes de Camargo, o auxílio prestado na revisão do texto em português; à Srha. Maria do Carmo Vilela Lima, a execução dos desenhos apresentados; aos Engs. Nestor Aratangy, e Carlos João Strelitz, da Seção de Hidrografia do Departamento de Águas e Energia Elétrica da Secretaria da Viação, o fornecimento de dados e sugestões apresentadas.

1 — INTRODUÇÃO

1.1 — GENERALIDADES SOBRE A PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DE S. PAULO

Sem dúvida, as precipitações são o elemento climático mais importante em uma região situada nos limites dos trópicos. Neste particular deve-se, porém, considerar não apenas a distribuição regional mas, igualmente, a distribuição cronológica. Esta última, determinada pelas estações do ano, é o fator preponderante no planejamento da agricultura e, por conseguinte, de toda a vida econômica em uma região essencialmente agrícola. Da mesma forma que a oscilação anual nas temperaturas, o ciclo das precipitações contribui para introduzir um certo ritmo no decurso geral dos fenômenos atmosféricos.

Os fatores que influenciam essencialmente a distribuição regional das precipitações no Estado de São Paulo são:

- a) posição em relação ao sistema circulatório do "Alísio Sul";
- b) situação no lado oriental de um continente do hemisfério Sul;
- c) situação num planalto de 500 a 600 m de altitude, com leve declive que deságua para o interior do continente e cuja queda íngreme na costa se opõe quase em ângulo reto aos ventos "Alísios".

Por sua vez, a distribuição sazonal das chuvas é influenciada, sobretudo:

- a) pela posição em relação à zona de convergência intertropical (SITC), a qual depende da posição anual do sol;
- b) pela energia com que, cada vez, a circulação da frente polar sul avança para o norte.

Embora pareça simples a explicação da distribuição das precipitações segundo os cinco itens acima, é, contudo, bastante complicada a sua análise, visando determinar a parte com que cada componente individual participa da soma total da estrutura genética do curso das precipitações, no Estado de São Paulo. Além disso, confrontam-se ainda nessa região do Estado os climas mais variados. Isso também dificulta a síntese das precipitações. Na costa do Estado, uma zona estreita de clima tropical quente e úmido se confunde com o clima temperado chuvoso, que se estende também ao planalto. Na parte ocidental do Estado, nas fronteiras com Minas Gerais e Mato Grosso, predomina um clima de savanas, enquanto que na maior parte da zona de declive, isto é, na principal zona agrícola, predomina um clima de inverno sêco.

1.2 — CONDIÇÕES GEOGRÁFICO — CLIMÁTICAS

Da formação do clima de São Paulo, considerado sob o ponto de vista de grande área, participam três massas de ar.

Primeiramente, uma massa de ar polar, fresca, úmida, marítima (**Pma**), que tem origem na parte sul do continente, no Oceano Atlântico.

Não será considerado, neste trabalho, se essa massa (**Pma**) se confunde ou não com a massa pacífica de igual constituição (**Pmp**) ou se, acima do continente, ainda se forma distinta massa polar continental (**Pc**).

No Norte duas massas mornas se confrontam com êsse ar polar fresco e úmido. A primeira, uma massa de ar tropical temperada ou úmida (**Tma**), do Oceano Atlântico, que tem sua origem acima da parte norte do Atlântico Sul, e a segunda, uma massa de ar tropical sêca e quente

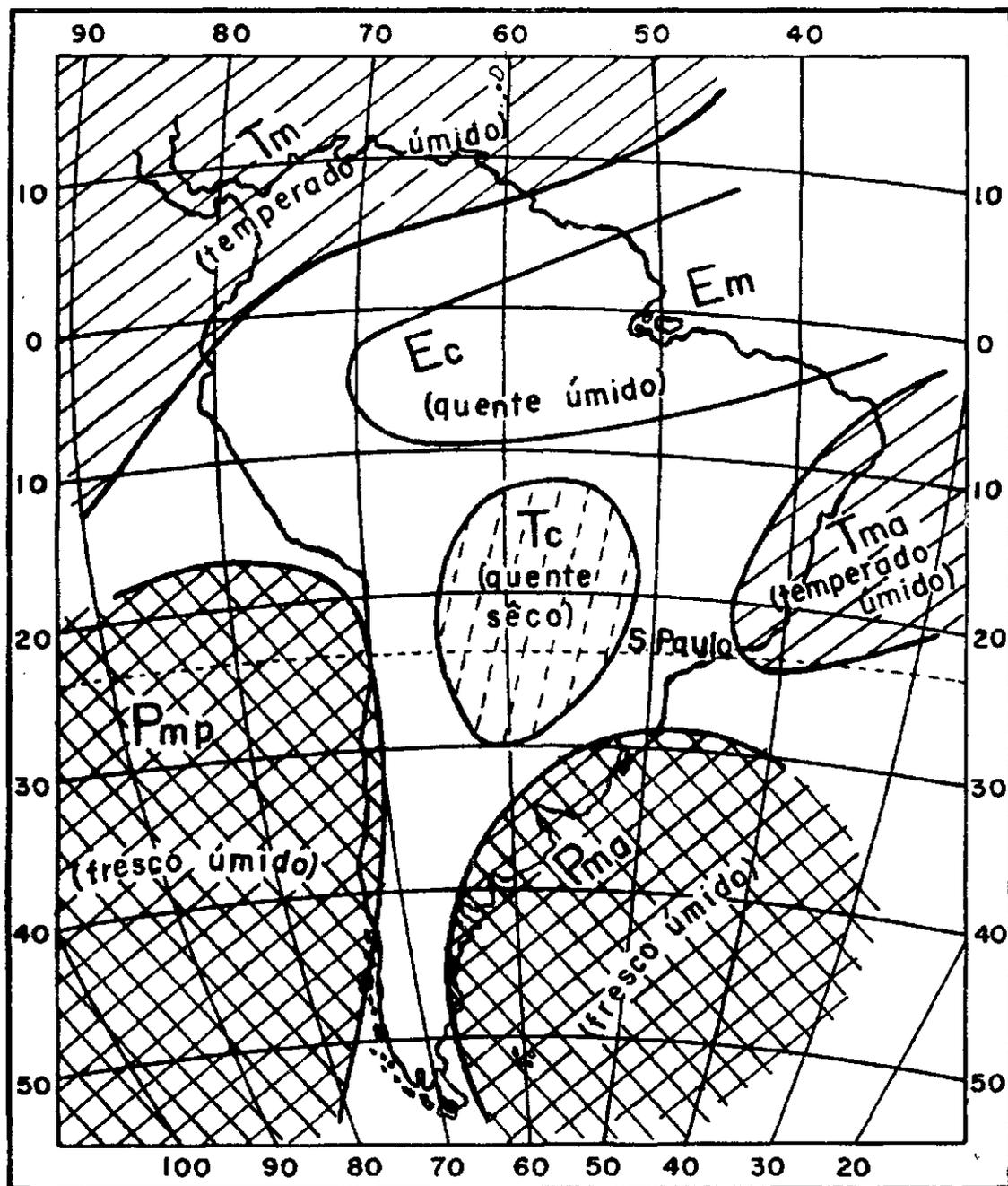


FIGURA 1. — Regiões de origem das massa de ar que influenciam o clima da América do Sul, na estação de verão, em Janeiro. **Ec** = equatorial continental; **Em** = equatorial marítima; **Tc** = tropical continental; **Tm** = tropical marítima; **Pma** = polar marítima do Atlântico; **Pmp** = polar marítima do Pacífico.

(**Tc**), cuja origem se encontra sôbre o interior do continente (Gran-Chaco, Bolívia, Paraguai, Mato Grosso).

A massa equatorial com as características específicas quente e úmida (**Ec** e **Em**), parece participar apenas secundariamente do decurso climático da região do Estado de São Paulo.

Serra (27) menciona uma massa equatorial marítima (**Em**) que se formaria dos ventos Alísios SE (1). Menciona ainda uma massa equatorial continental (**Ec**), que se forma sôbre o interior do continente na zona da pressão baixa.

A figura 1 reproduz a situação aproximada dessas regiões de origem das massas de ar, climaticamente ativas (2), e representa o desenvolvimento de verão, isto é, no mês de janeiro. Nos meses de inverno (junho-agosto) a massa **TC** desaparece do centro do continente, pois faltam as condições naturais para a sua formação (superaquecimento da base). O ar polar penetra mais para o norte e o deslocamento geral da circulação planetária faz a região de São Paulo entrar na zona dos ventos ocidentais. No mesmo período, a atividade climática da frente polar se desloca para o norte, sem, contudo, influenciar de maneira perceptível o tempo no

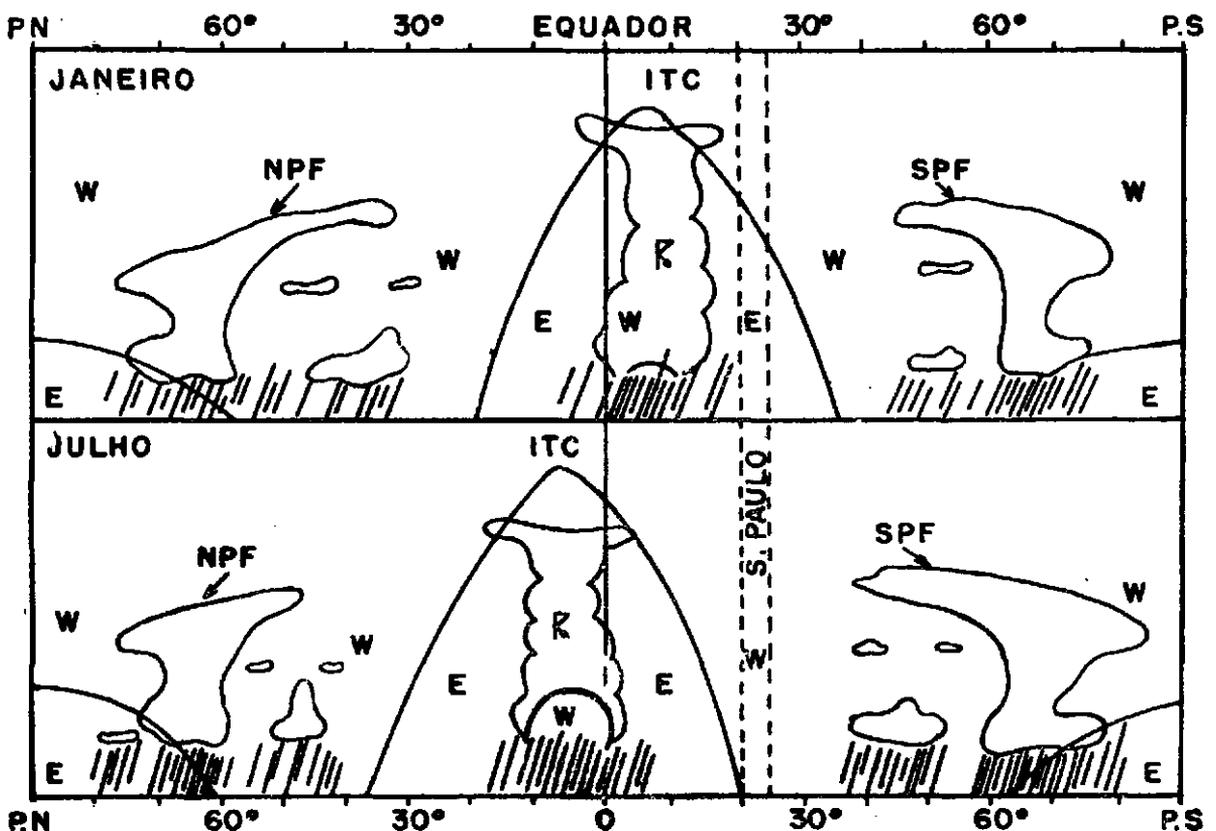


FIGURA 2. — Esquemas das situações das faixas planetárias de vento, núvens e precipitação pluvial, nos meses de janeiro e junho (segundo Flohn 9). NPF = frente polar Norte; SPF = frente polar Sul; ITC = zona inter-tropical de convecção; W = oeste; E = este:

(1) Mais acertado seria, em nossa opinião, a formação dessa massa de vento ocidental sôbre a zona equatorial.

Estado (9) (fig. 2). Por conseguinte, o inverno permanece sêco, visto que faltam as precipitações de convecção do verão. Em média, 75% de tôdas as chuvas caem no período compreendido entre outubro e abril.

Apesar dessa distribuição das chuvas e sêcas pelas estações poder corresponder ao caráter de monções (23), não é uma monção, pois falta uma corrente monçônica contrária (12). A expressão monção sempre inclui duas correntes que se devem confrontar em ângulo de 180°, no mínimo 120° (monção legítima), formando, pois, um par de monções.

Considerado sob o ponto de vista da distribuição das precipitações, o Estado de São Paulo faz parte das regiões mais interessantes da América do Sul. Enquanto a costa norte do Estado recebe, até as proximidades de Santos, chuvas em quantidades suficientes em tôdas as estações do ano, havendo, contudo, um máximo nitidamente delimitado no verão, a parte sul da região costeira já sofre as influências da zona de chuvas de inverno. À altura do declive íngreme da Serra do Mar, nas proximidades da costa, as quedas de chuva se elevam até 4.000 mm (em alguns pontos atingem mesmo mais de 4.000 mm). No interior encontram-se, no entanto, regiões de apenas pouco mais de 1.000 mm. Na região da "sombra de chuvas" (2) da serra, as quantidades de chuva diminuem rapidamente e as precipitações ocorrem de preferência no semestre de verão, sendo encontrados os valores mensais mais elevados no mês mais quente. As chuvas de inverno tornam-se sempre mais escassas e na parte norte do Estado, em direção ao Rio Grande, nos limites com Minas Gerais, o período das chuvas se restringe apenas aos meses de outubro e março, havendo ausência quase absoluta nos meses de inverno. Uma zona de transição entre a chuva de verão e outono, com deslocamento da precipitação máxima de janeiro para fevereiro, encontra-se na parte ocidental do Estado. Finalmente, tem-se no planalto do triângulo sul (Campinas do Sudeste), novamente uma distribuição mais regular através do ano, de maneira que podemos falar, com certas restrições, de um período pequeno de chuvas hibernais.

A distribuição das chuvas no interior parece instável, dentro dêsse esquema delineado. Sòmente nas regiões da sombra de chuvas, de pequenas cadeias de colinas e, principalmente na zona do litoral de Iguape, existem partes localmente delimitadas que recebem uma quantidade de chuva consideravelmente mais baixa do que a esperada, de acôrdo com discriminações anteriores.

1.3 — O PROBLEMA

Subsidiando os três maiores trabalhos modernos existentes relativamente à distribuição de precipitações (29, 30, 33), a presente contribuição tem, sobretudo, as finalidades dadas a seguir:

(2) Tradução da palavra alemã "Regenschatten", significando ausência ou redução das chuvas que se observa em seguida a qualquer obstáculo orográfico.

- a) fornecer uma representação cartográfica, com a possível exatidão, da distribuição das chuvas em São Paulo, baseada no material disponível mais recente;
- b) representar, ao lado da distribuição regional das precipitações, a componente estacional;
- c) delimitar zonas e épocas nas quais predomine, em certo sentido, a seca, e dar as bases climatológicas para superar esta seca seja por meio do emprêgo economicamente justificável da irrigação, seja através de um planejamento para o estabelecimento das culturas em zonas mais adequadas, sob o ponto de vista do regime pluvial;
- d) decompor, o melhor possível, o valor médio em seus valores individuais, a fim de dar uma visão geral das condições realmente existentes, permitindo avaliar a extensão das oscilações.

2 — MATERIAL E MÉTODO

2.1 — CONSIDERAÇÕES SOBRE A PLUVIOMETRIA EM SÃO PAULO

A medição das precipitações do Estado de São Paulo pode ser considerada como um índice do desenvolvimento econômico. Ao lado de alguns poucos postos de observações que foram instalados isoladamente, na primeira metade do século passado, pelos adeptos de ordens eclesiásticas interessadas em ciência natural, as observações sistemáticas das chuvas começaram quando do início da construção das estradas de ferro, mais ou menos em tórno do ano de 1870 (Santos, Alto da Serra).

Um serviço meteorológico, pròpriamente dito, foi fundado em 1886 (22). A formação da rêde de estações estendeu-se, no primeiro período, até cêrca de 1890, e as poucas estações com dados aproveitáveis, mais remotos, datam dessa época (Campinas, São Paulo e, pouco mais tarde, Paranapiacaba, Iguape, Cananéia, Piracicaba). Grande parte da rêde de postos pluviométricos, constantemente ampliada, não fazia observações para os serviços meteorológicos federal ou estadual, mas serviam exclusivamente às necessidades específicas das companhias de estradas de ferro e de eletricidade. Ao lado dessas rêdes, geralmente bem organizadas, várias companhias agrícolas particulares possuem também seus próprios postos de observações. Merecem ainda ser mencionados os serviços meteorológicos de companhias de navegação aérea, que vão, naturalmente, em seu programa, muito além das simples observações pluviométricas.

Contamos hoje, praticamente com cinco rêdes distintas de observação pluvial, que estabeleceram normas próprias para atender aos seus fins especiais. Trata-se das rêdes estaduais do "Departamento de Águas e Energia Elétrica" (Secretaria da Viação), do Departamento da Indústria Animal e do Instituto Agronômico (Secretaria da Agricultura), da

rêde do Serviço Meteorológico Federal e da rêde da Companhia São Paulo Tramway Light and Power Ltd. Além dessas existem alguns serviços menores particulares: IBEC, Serviço Aéreo Civil e Militar.

A partir de 1936, os postos pluviométricos foram ampliados consideravelmente e o serviço de observação foi reorganizado, estando hoje subordinado ao Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado. Uma segunda e maior ampliação dos postos de observação data de 1941. A maioria dos dados de chuva é disponível, portanto, em maior número e sobretudo com maior homogeneidade, apenas a partir desse ano.

2.2 — PLUVIÔMETROS USADOS EM SÃO PAULO

Os pluviômetros empregados na maioria dos postos do Estado de São Paulo são do tipo chamado "Paulista". Este tipo, introduzido pelo Observatório de São Paulo e usado pelo antigo Serviço Meteorológico Estadual, é uma modificação do pluviômetro tipo "Tonnelot" (Ville de Paris) (fig. 3-B) (24). Os postos pluviométricos das Secretarias da Viação e Agricultura usam o tipo "Paulista" (fig. 3-A) em cêrca de 850 postos (19). O Serviço de Meteorologia Federal, entretanto, continua usando o pluviômetro do tipo "Tonnelot". Outros pluviômetros empregados, sobretudo nas rêdes não oficiais, são do tipo "Hellmann", principalmente o modelo pequeno. São usados também o tipo norte-americano "Standard Rain-Gauge" (fig. 3-C), introduzido pelo "US Weather Bureau" e um modelo modificado do tipo "Casela", constituído simplesmente de frascos providos de funis com uma área de captação conhecida.

Algumas estações maiores são também equipadas com pluviômetros do tipo "Hellmann-Fuess", ou outros tipos com modificações insignificantes.

A instalação dos pluviômetros e pluviógrafos entre nós, e geralmente feita com a superfície de captação à altura de 1,50m. O modelo americano "Standard Rain-Gauge", entretanto, é instalado a uma altura menor, de mais ou menos 1m (3 pés). A altura da superfície de captação dos pluviômetros sôbre o solo é, indubitavelmente, muito alta, o que torna incômoda a assistência ao instrumento, sendo, porisso, muitas vêzes negligenciada.

Para se fazer a leitura da altura pluviométrica nos pluviômetros dos tipos "Paulista" e "Tonnelot", transfere-se a água acumulada no recipiente para uma proveta graduada, através de uma torneira. Repousa aqui uma das maiores dificuldades desse sistema: as provetas sujam-se facilmente nos climas quentes como o nosso e são de difícil substituição em regiões afastadas, quando se quebram; após o escoamento da água permanece no aparelho um resto indeterminável; as torneiras avariam-se e, muitas vêzes, são esquecidas abertas.

Ambos os modelos apresentam, ainda, outras deficiências. Não havendo um recipiente especial para receber a água da chuva, como no tipo norte-americano (Fig. 3-C), ela ficará em contato direto com a parede do

pluviômetro e, portanto, não isolada termicamente do exterior. Desta forma, sobretudo em regiões tropicais, ficarão muito expostas às variações bruscas de temperatura, com alterações sensíveis nas quantidades de chuva recolhida. Frequentemente a água se condensa e adere às paredes internas do funil, afetando incontrolavelmente a medição.

A superfície molhada, em ambos os tipos "Paulista e Tonnelot", é muito grande. Em muitos casos podem se perder precipitações pequenas, após períodos de seca. Quando as gotas de chuva caem sobre o funil seco do pluviômetro, as perdas por umedecimento de superfície são de cerca de 0,1 a 0,3 mm. Estas perdas ocorrem com frequência, sobretudo quando os intervalos entre as chuvas permitem o secamento do funil. Segundo Kleinschmidt (13) em 300 chuvas anuais, na zona temperada, com pluviômetro do sistema "Hellmann" de 200 cm² de superfície de captação, podem-se perder cerca de 30 mm. Em face das elevadas temperaturas de verão e dos fortes ventos hibernais, fatores que aumentam o

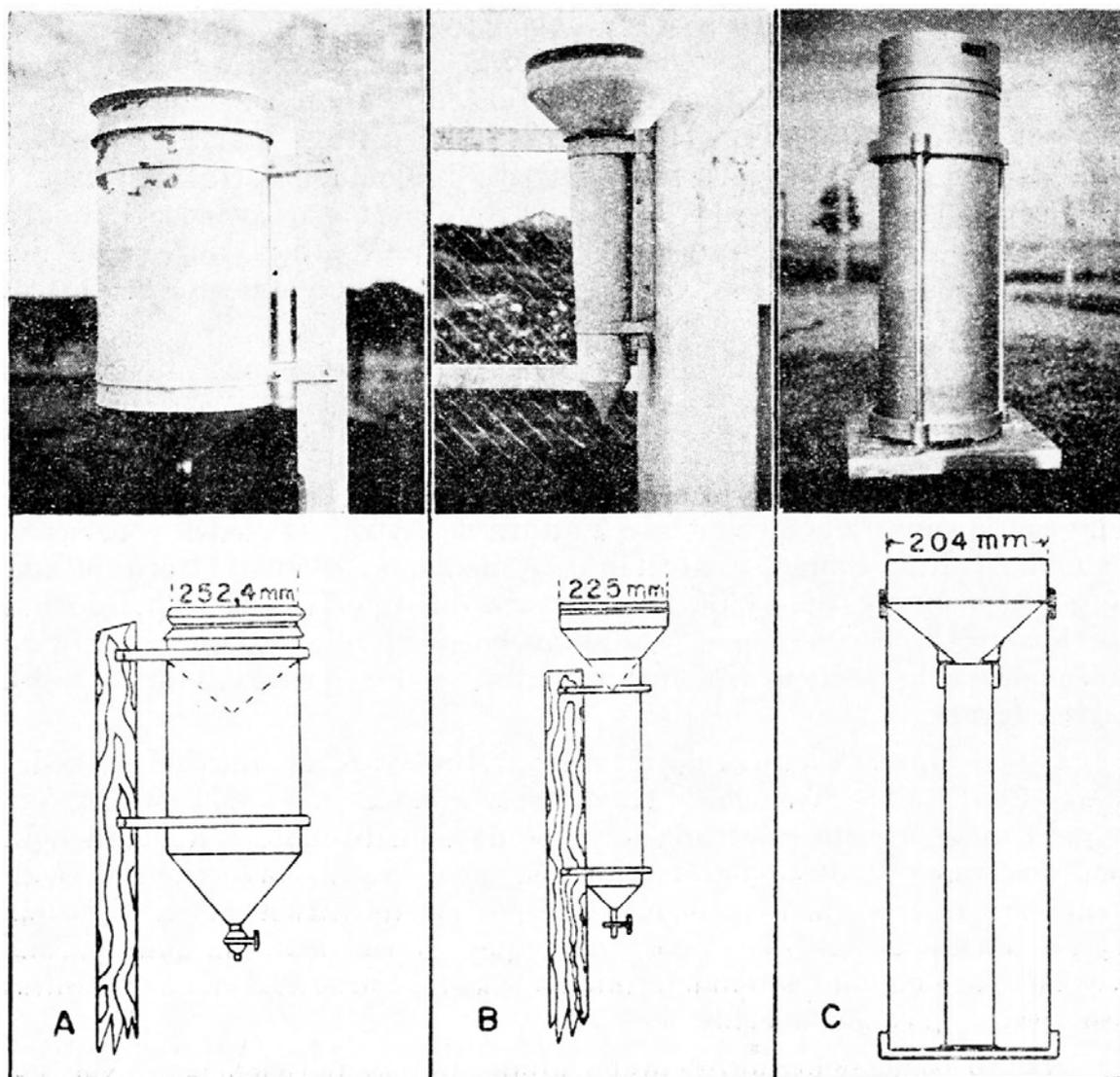


FIGURA 3. — Tipos de pluviômetros usados em São Paulo. A — Paulista. B — Tonnelot. C — "Standard rain gauge" (tipo norte-americano).

efeito secante nestas latitudes, êsse valor, certamente, será superado de muito.

A instalação do pluviômetro com a superfície a 1,50 m acima do solo, parece ainda ser desfavorável para medição das escassas chuvas de inverno. Como predominam nessa estação ventos mais fortes, haverá uma redução na água captada, a menos que a superfície de captação seja suficientemente grande.

Uma vantagem dos pluviômetros tipo "Paulista" e "Tonnelot" consiste, por sua vez, na redução do "efeito Jevon", em consequência da superfície maior de captação. Dêste modo, compensa-se, em parte, a sua altura excessiva.

Como regra, a precipitação medida normalmente se desvia daquela realmente havida. Êste desvio será, no entanto, constante no que concerne aos erros de princípio, tais como umedecimento, evaporação, formação de água de condensação, desde que seja empregado o mesmo modelo de pluviômetro. Os erros individuais, tais como instalação inadequada, observações e leituras falhas, não poderão ser computados nos cálculos. Aqui, somente a experiência poderá remediar algo, quando da apreciação dos dados.

Infelizmente, ao se fazerem as freqüentes reformas nas rêdes de observação, são quebradas as homogeneidades das séries de dados. Às vêzes, embora uma série se mostre aparentemente em seqüência, refere-se a postos situados em pontos diferentes. Novas estações são fundadas, na maioria das vêzes, na mesma localidade, porém em pontos diferentes. Muitas dessas estações deixam de existir após poucos anos.

A fim de eliminar o mais amplamente possível as dificuldades supra mencionadas, em trabalhos futuros recomenda-se introduzir, para medição de precipitações, o pluviômetro americano aprovado pelo "US Weather Bureau" (para o Brasil com escala em milímetros), (fig. 3-C). A fabricação é mais simples e o manuseio mais seguro. As perdas incontrolláveis são reduzidas ao mínimo, pois que não se faz o despejo para a proveta graduada. Além disso, a água permanece em recipiente interno isolado tèrmicamente. A altura de 1 m acima do solo coincidiria mais ou menos com a altura usada nos E.U.A. e em outros países da Europa. A superfície de captação dêsse pluviômetro é suficientemente grande para reduzir os erros causados pelo vento, mas não demasiadamente a ponto de provocar a retenção de quantidades significativas de água pelo umedecimento da superfície sêca do funil. Além disso, a superfície coincidiria perfeitamente com aquela dos pluviógrafos tipo "Hellmann", instalados em grande escala no Estado, e as medições poderiam, então, ser melhor comparadas.

Inicialmente, teriam que ser analisados os dados já obtidos com os pluviômetros em uso. Depois, durante um período de transição seriam comparados em estações escolhidas ambos os tipos de pluviômetros, a fim de se encontrar o fator de redução para assegurar a homogeneidade da série.

2.3 — DISTRIBUIÇÃO DOS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS

A organização territorial do serviço pluviométrico do Estado de S. Paulo feita segundo o ponto de vista hidrográfico, data de 1928 (21). Segundo esta organização, temos oito zonas hidrográficas (fig. 4), dadas a seguir:

- 1.^a zona — Bacia do alto Tiête e do rio Piracicaba;
- 2.^a zona — Bacia do alto Tiête, da confluência do rio Piracicaba até a desembocadura no rio Paraná;
- 3.^a zona — Bacia dos rios do Peixe e Aguapeí;
- 4.^a zona — Bacia dos rios Paranapanema e Itararé, até a fronteira do Estado, incluindo-se a bacia do rio Santo Anastácio;
- 5.^a zona — Declive Atlântico, compreendendo todos os rios que vêm da Serra do Mar e desembocam no Oceano Atlântico;
- 6.^a zona — Bacia do rio Paraíba (alto e médio), até a fronteira do Estado;
- 7.^a zona — Bacia dos rios Pardo e Mogi-Guaçu, incluindo todos os afluentes do rio Grande no lado paulista;
- 8.^a zona — Bacia dos rios Turvo, Prêto e São José dos Dourados.

Essa divisão, segundo bacias fluviais, é de máxima importância do ponto de vista da economia hidrográfica, porém deixa fora de consideração as paisagens naturais. Por isso, esta divisão requer ainda uma sub-divisão (fig. 4), para a qual nos utilizamos do mapa das zonas geográficas, do Conselho Nacional de Geografia, sem entrar, contudo, em críticas da individualização das regiões.

A distribuição dos postos pluviométricos é, naturalmente, bastante irregular, tratando-se de regiões que, em parte, só nos últimos anos foram exploradas (zona pioneira), enquanto que outras já apresentam uma colonização pós-colombiana densa com mais de 400 anos. Os postos meteorológicos seguem, estritamente, as linhas de penetração da colonização, isto é, os rios ou as ferrovias. Apenas nas regiões mais densamente povoadas, importantes sob o ponto de vista agrícola, entre Araraquara e Campinas, pode-se falar de uma rede de estações regularmente distribuídas.

Levando-se em conta os 249 postos pluviométricos, cujos dados puderam ser aproveitados para este trabalho, dentre os 1.000 existentes, a superfície "S" correspondente a cada um é, em média de 1.009 km², se considerarmos a área do Estado de São Paulo igual a 247.220 km². A distância média entre as diversas estações seria, por conseguinte, de 31,8 km.

Uma simples vista sobre o mapa (fig. 4) mostra que este valor médio é muito relativo, pois na 1.^a zona hidrográfica a superfície média corresponde a 596 km², pouco mais que a metade do valor "S". Em conse-

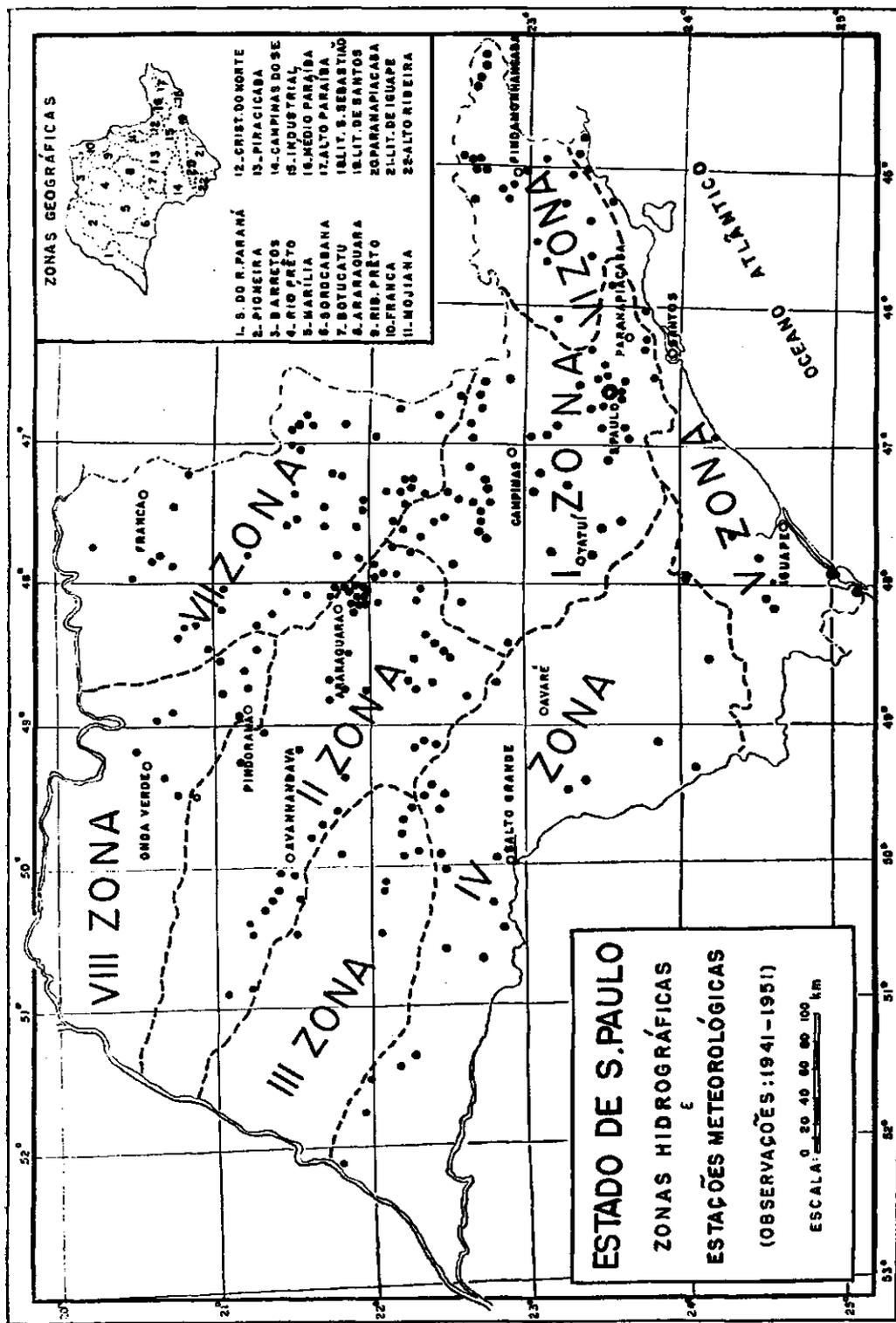


FIGURA 4. --- Divisão do Estado de São Paulo em Zonas Hidrográficas (segundo Oliveira 22) e em Zonas Geográficas (segundo Guimarães 11), adotadas neste trabalho. Vê-se, também, a localização geográfica das estações pluviométricas cujos dados foram utilizados nos traçados das isoietas.

quência, a distância média entre as estações, nessa zona, é de 24,4 km. A superfície média correspondente aos postos na 4.ª zona hidrográfica, por exemplo, é de 2.120 km², o que dá uma distância média de 46 km entre os postos.

Se atentarmos para certas regiões da zona pioneira, especialmente

partes do sertão do rio Paraná, das Campinas do Sudeste e do litoral de Iguape, verificamos que a superfície média de domínio de cada posto pluviométrico está muito acima do valor "S".

São assim beneficiadas as regiões mais densamente povoadas, ficando as regiões novas completamente desprovidas de dados para estudos climatológicos. Por esta razão devemos considerar que, em algumas regiões, a exatidão do traçado das isoietas não é bastante precisa.

2.4 — OBSERVAÇÕES EXISTENTES E SEU APROVEITAMENTO

Para a elaboração do mapa isoiético, utilizou-se principalmente de dados coletados pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica, além daqueles existentes no arquivo do Instituto Agrônômico.

Dos 1.000 postos pluviométricos existentes no Estado, cêrca de 800 são controlados por aquêle Departamento. Dentre êsses, como já mencionamos, foram aproveitados apenas 249, cujos dados nos pareceram mais corretos e homogêneos. Os erros grosseiros foram eliminados mediante comparações e, em alguns casos, mediante a redução sôbre postos reconhecidamente bons. Convém chamar a atenção para o fato de que uma redução tem razão de ser apenas para aquelas estações que se encontram relativamente próximas entre si, dentro de uma região climática uniforme.

Estações que preencham estas condições existem em número muito reduzido e isso apenas em regiões densamente povoadas, como nas redondezas da capital e na região das usinas de açúcar, em tórno de Araraquara.

Séries longas de observações que permitam reduções, encontram-se sômente em regiões restritas, como no município de São Paulo. Aí os dados obtidos por observadores profissionais do Observatório são de boa natureza, ao passo que nas cidades pequenas e no interior há o que descajar. Assim, nos casos duvidosos, contamos apenas com a ajuda da comparação da tendência geral do tempo; nos casos em que faltava apenas um só valor mensal da série, introduzimos o valor médio dos demais existentes, desde que a série fôsse considerada boa. Advertimos, outrossim, que lançamos mão dêstes processos a fim de aproveitar o maior número possível de séries.

Levando-se em conta as dificuldades mencionadas, as médias foram arredondadas para milímetros inteiros, contrariando, assim, as normas costumeiras das publicações nacionais, referentes a dados climatológicos.

Visto que para êste trabalho existiam ao todo apenas 17 estações meteorológicas com uma série de dados de 50 anos e, entre essas, sômente 11 com 60 anos ou mais, levantamos a questão: quantos anos de observação serão necessários para que os valores médios se aproximem dos valores aceitáveis como normais, com uma variação suficientemente pequena?

Landsberg e Jacob (8), citando um trabalho não consultado pelo autor, informam que, em regiões tropicais e sub tropicais de planícies, são necessários cerca de 40 anos, e em regiões montanhosas cerca de 50 anos de observações pluviométricas, para se obter uma boa estabilidade na oscilação. Para uma precipitação média de 1.300 mm anuais, como no planalto do Estado, uma aproximação de 5% seria suficiente.

Após a reorganização da rede do Estado, em 1941, grande número de novas estações entrou em funcionamento. A fim de trabalhar com séries de iguais números de anos e de possibilitar a inclusão, na pesquisa, de regiões para as quais só existiam dados mais recentes, os cálculos se basearam em dados de um período relativamente curto, de 1941 a 1951.

Comparando médias de séries curtas, de 11 anos, com médias de séries longas, em nove estações situadas em diferentes regiões, observamos desvios negativos, cujo valor máximo atingiu 7,5%. O valor desses

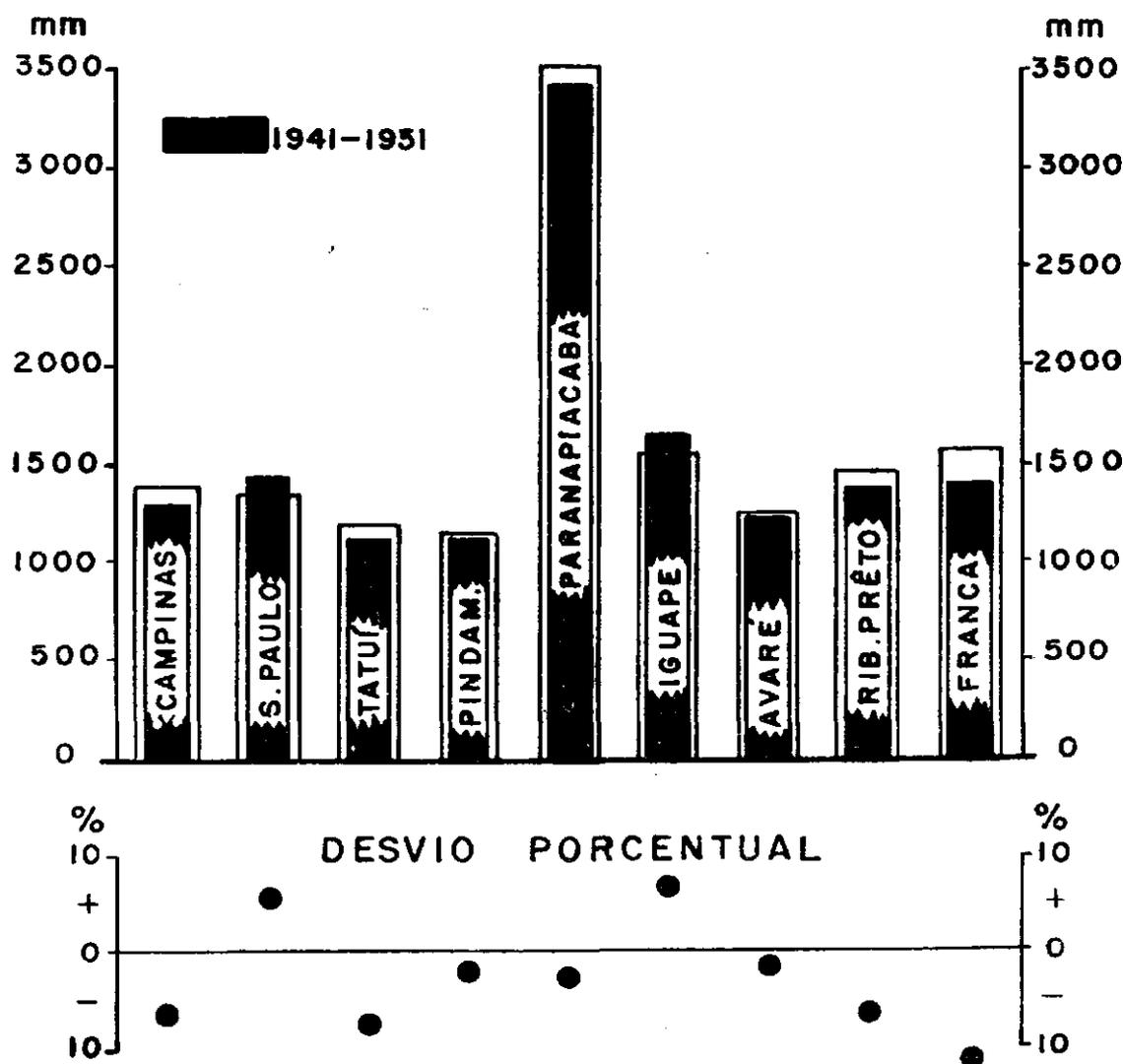


FIGURA 5. — Comparação de médias pluviométricas anuais de séries curtas, de 1941 a 1951, com médias de séries longas, para distintas localidades do Estado. Em baixo estão representados os desvios percentuais das séries curtas, em relação às séries longas.

desvios, em geral, é inferior à exatidão da posição das isoietas, quando a representação é feita de 100 em 100 mm (As séries de Franca, Tatuí e Ribeirão Preto, infelizmente não são completas para todos os anos).

Notamos desvios positivos das médias anuais das séries curtas em relação às séries longas, apenas para as estações de São Paulo e Iguape (fig. 5). Devemos considerar, entretanto, a duração desigual das diferentes séries de observação. Curiosa é a ocorrência desse desvio positivo em duas estações situadas em regiões completamente distintas. Incompreensíveis parecem, à primeira vista, os desvios para São Paulo, visto que em todos os outros postos situados no planalto observamos uma pequena redução.

Segundo Stuxberg (3) geofísico do Instituto Geográfico e Geológico do Estado, os valores relativos a São Paulo não são reais, pois constatou-se nos últimos anos um vício nos registros em virtude do uso de um pluviógrafo elétrico. Por esse motivo, eles não foram considerados na elaboração da carta isoietica deste trabalho.

Um ano muito sêco (1944, por exemplo) tem influência considerável na média (quadro 1). Em geral, verificou-se no período de 1941/1951 um aumento da quantidade de chuva nos meses de verão, principalmente de janeiro a março, e uma redução nos de inverno (fig. 6). Somente julho, em geral escapou a essa regra pois, com exceção de Ribeirão Preto, a precipitação aumentou em todos os postos nesse mês. Em alguns postos esse aumento já se fez notar em junho, verificando-se então, uma redução nos meses de maio e agosto. Por esse motivo temos, especialmente nos últimos anos, a impressão da ocorrência de um segundo período de chuvas.

QUADRO 1.—Médias pluviométricas anuais de séries longas e de séries curtas para várias localidades do Estado de São Paulo

Localidade e período de observação	Médias			
	Série Longa		Série Curta	
	Inteira	Exclusive 1944	1941 a 1951	Exclusive 1944
	mm	mm	mm	mm
Iguape (1895-1951)	1.551	1.549	1.654	1.662
Paranapiacaba (1889-1951)	3.511	3.512	3.412	3.410
Avaré (1925-1951)	1.243	1.264	1.228	1.281
São Paulo (1888-1951)	1.346	1.351	1.423	1.460
Campinas (1890-1951)	1.402	1.412	1.309	1.356

3 — DISTRIBUIÇÃO REGIONAL DAS PRECIPITAÇÕES

3.1 — CARTA DAS ISOIETAS ANUAIS

As grandes dificuldades da pluviometria já foram assinaladas. Apesar de muitas falhas, sem dúvida consideráveis, obtivemos, depois de localizadas as estações e traçadas as isoietas, um quadro razoável das médias

(3) STUXBERG, ANTON. Informações sobre um pluviógrafo elétrico utilizado na Estação da Luz. São Paulo, 1954. [Comunicação verbal]

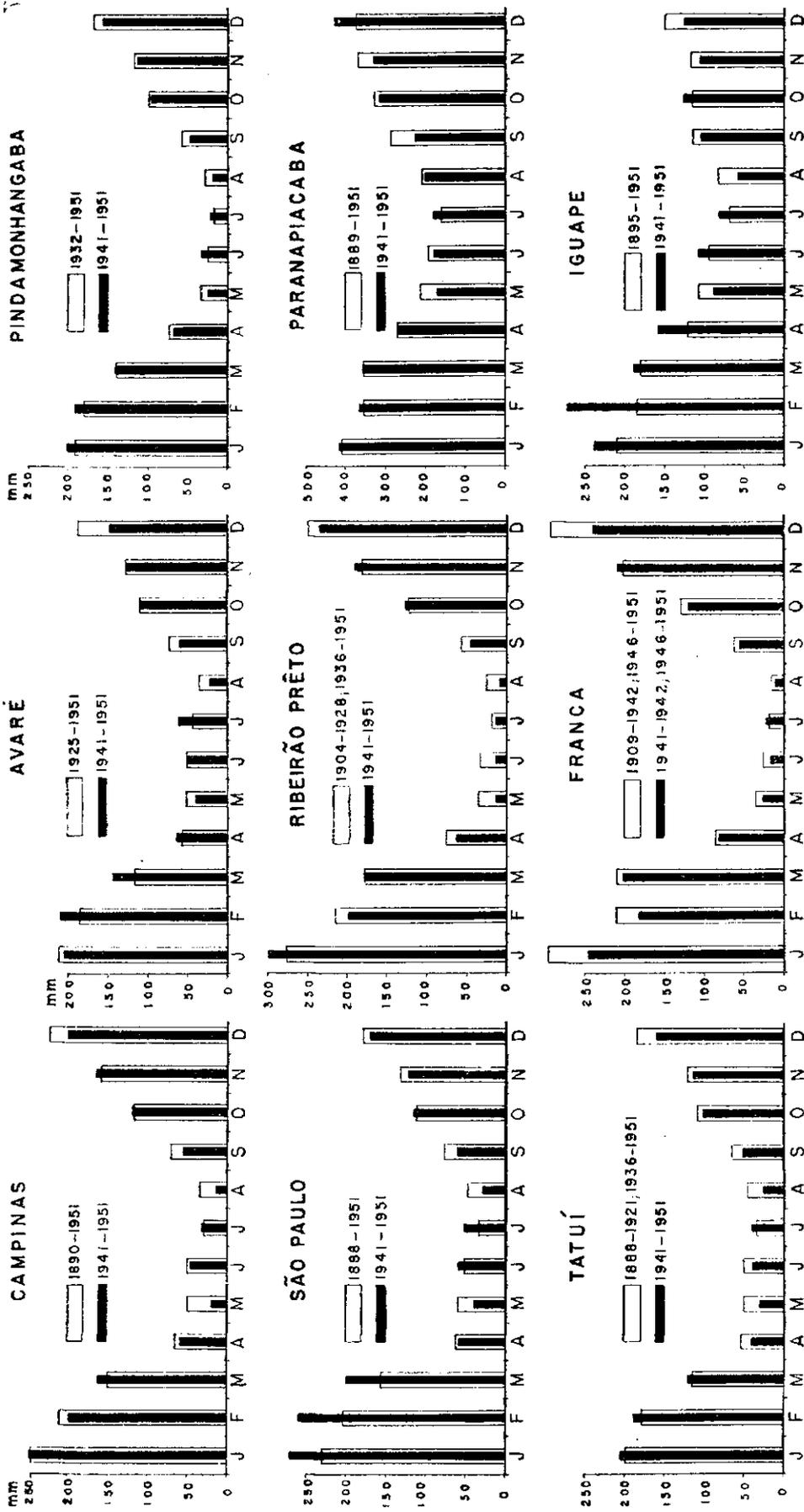


FIGURA 6. — Comparação das médias pluviométricas mensais da série de 1941 a 1951, com as respectivas médias de uma série longa, para postos representativos de distintas regiões do Estado de São Paulo.

pluviométricas no Estado de São Paulo. Nem sempre foi possível basear o traçado das isoietas através de uma densa rede de estações; todavia, mediante o auxílio da orografia, do esquema da circulação geral, da comparação com alguns trabalhos anteriores (15, 29, 30, 33) e reconhecimento da tendência regional das precipitações predominantes, foi possível elaborar uma distribuição fisicamente fundamentada.

O traçado das isoietas baseia-se em dados representativos do período de 1941 a 1951, de 249 postos pluviométricos. Como base cartográfica utilizamo-nos da Carta Hipsométrica do Estado de São Paulo, esplêndidamente organizada e editada pelo Instituto Geográfico e Geológico de São Paulo, em 1943.

Para a representação da distribuição das precipitações, a escala de 1:1.000.000 usada na referida carta é algo grande para as planícies, conquanto corresponda bem às exigências gerais das regiões montanhosas. No declive íngreme da Serra do Mar, onde ocorrem as chuvas mais elevadas de todo o território do Brasil, as isoietas se aproximam exageradamente, tornando-se difícil o seu traçado. Para esta região, ou seja, a zona hidrográfica V, e possivelmente para a zona IV, que abrange o alto e o médio Paraíba, incluindo a parte paulista da Serra da Mantiqueira, uma escala de 1:100.000 parece-nos mais adequada.

O traçado das linhas unindo os pontos de igual altura pluviométrica (isoietas), normalmente desvia-se um pouco do traçado dos isoípsas. Assim, são se podem reconhecer fielmente as elevações e depressões do terreno através das mesmas. Por sua vez, os dados pluviométricos nem sempre puderam formar base única para o traçado das isoietas. Concorramos, nesse ponto, com Lautensach (18) quando diz que o método puramente mecânico, para traçar isoietas em intervalos proporcionais entre pontos fixos, não apresenta sempre grande possibilidade de se aproximar da realidade. É necessário fazer uma interpretação acurada dos valores numéricos.

Outro ponto importante é também a interpretação do gradiente da precipitação. Para tal não é possível indicar fórmulas fixas, mas deve êle ser definido para cada caso. Devem-se considerar, em particular, todos os casos, situações e posições em relação à proteção ao vento.

Gradientes particularmente elevados ocorrem em diversas regiões. Por exemplo entre Elias Fausto e Campinas, para 101 m de diferença de altitude, o aumento é de 353 milímetros, ao passo que daí para Monte Alegre é de apenas 100 mm, para 95 m de diferença de altitude. De Elias Fausto para Tatuí, o gradiente é ainda muito maior que o de Elias Fausto para Campinas, ou seja de 107 mm para apenas 26 m de diferença na altitude.

Um gradiente muito pequeno é encontrado, por sua vez, entre Pontal e Jaboticabal. A precipitação aumenta, de Pontal para Jaboticabal, de 36 mm para uma diferença de 60 m de altitude.

Outrossim, o conhecimento pessoal da área estudada é de grande proveito. Mediante observações visuais, é possível esclarecer muitas dú-

vidas. O quadro das isoietas formado também sob o ponto de vista fito-geográfico, representará melhor as condições reais do que um quadro construído exclusivamente segundo a base de valores de observações pluviométricas. Certa dificuldade foi encontrada nas regiões limítrofes dos Estados vizinhos, onde, embora existam observações (sobretudo nas zonas mais densamente povoadas), elas não se acham publicadas em dia. De grande utilidade para o trabalho foram as Normais Climatológicas (3). Para o Estado do Paraná e principalmente para as suas regiões novas, do norte, também foram inestimáveis as publicações de Maack (20).

3.1.1 — EXECUÇÃO DA CARTA

O objetivo da carta é, sobretudo, servir aos interesses agrícolas do Estado. Por isso ao estabelecer os intervalos das isoietas adotamos uma orientação diferente da normalmente utilizada em outros trabalhos (29, 33).

A zona agrícola aproveitável do Estado de São Paulo está situada dentro dos limites das precipitações de 1.100 a 1.500 mm. Ao estabelecer as isoietas, tomamos como limite inferior a correspondente a 1.100 mm de precipitação anual, visto que valores médios abaixo de 1.000 mm praticamente não ocorrem. Apenas em um caso, no posto pluviométrico de Elias Fausto, obtiveram-se precipitações de 956 mm. A maioria dos postos, nos quais se mediram menos de 1.100 mm como média anual, apresenta valores em torno de 1.050 e 1.080 mm. A partir dessa isoietraçaram-se, então, as demais, de 100 em 100 mm, até 1.500 de precipitação anual. Somente a partir de 1.500 mm os intervalos entre as isolinhas foram aumentados seguidamente, para 200, 300 e 1.000 mm, resultando isoietas de 1.700, 2.000 e 3.000 mm. Além deste ponto, não fizemos qualquer separação. Na elaboração do trabalho demos maior importância ao fato de saber se podemos contar, em certa região, com 1.200 ou 1.300 mm de chuva, que são limites que interessam à agricultura, do que saber se contamos com 2.300 ou 2.900 mm, ambos igualmente muito elevados.

Em alguns postos pluviométricos situados próximos à crista da Serra do Mar, observaram-se mesmo valores superiores a 4.500 mm. Essas precipitações, assim elevadas, provavelmente as maiores do Brasil, ocorrem apenas em lugares de localização muito favorável quanto às correntes aéreas. Embora tenham uma importância suprema para a economia de água e energia elétrica, para o centro industrial de São Paulo, êles são de valor secundário para a agricultura, não sendo, por isso, postos em relevo, mas incluídos na isoietra comum de 3.000 mm de chuva.

O grau de exatidão das observações, em geral, influi na escolha dos intervalos das isoietas. No Estado de São Paulo praticamente não ocorrem valores inferiores a 1.000 mm, conforme já foi mencionado, e como o intervalo das isolinhas foi traçado de 100 em 100 mm, pode ocorrer, para valores baixos como por exemplo de 1.250 mm, uma variação de 4% para mais ou para menos sem influir na localização da isoietra.

3.2 — ZONAS DE PRECIPITAÇÃO

Na distribuição das precipitações no Estado de São Paulo devemos considerar duas regiões fundamentalmente diferentes: a primeira, a região isolada da faixa costeira, e a segunda, o planalto de escoamento para o interior do continente. Por conveniência excluiu-se, desta segunda região, a parte montanhosa situada na fronteira de Minas Gerais e a situada entre a Serra da Mantiqueira e a Serra do Mar.

3.2.1 — REGIÃO COSTEIRA

A faixa costeira abrange regiões distintas: litoral de São Sebastião, de Santos, de Iguape, bem como a região do Alto Ribeira. Sob o ponto de vista hidrográfico, corresponde à zona V (fig. 4), com um pequeno avanço além do divisor de águas.

Nesta região costeira a distribuição de chuvas é influenciada pelos ventos marítimos saturados de umidade, que vencem a ascensão orográfica da serra, a qual, especialmente na parte norte, se aproxima bastante do mar. Este é um fator que permite uma explicação para as chuvas relativamente abundantes durante os meses de inverno, geralmente secos na maior parte do Estado. Junta-se à ascensão orográfica também a ascensão dinâmica do ar, que ocorre quando da aproximação de frentes. Por esses fatores todos, obtêm-se na altitude da crista da serra, em alguns postos de localização particularmente favorável, mais de 4.500 mm. Provavelmente essa quantidade, em alguns postos de montanha, poderia ainda ser maior se fôsse possível tomar em conta as densas e freqüentes neblinas. Um método aceitável para medir a quantidade de água fornecida pelas chuvas, seria aquêle descrito por Grunow (10).

Freqüentemente se descreve a distribuição das chuvas nas regiões costeiras, fazendo corresponder, a quantidades maiores de chuvas, as maiores elevações de montanhas, quando na realidade essa distribuição é bastante diferenciada.

Na parte norte da região costeira, até mais ou menos a latitude de Santos, existem, sob o ponto de vista das precipitações, condições bastante diversas daquelas dominantes mais para o Sul. Ao Norte as montanhas da Serra do Mar se opõem à corrente de ar predominante e recebem, assim elevadas quantidades de chuva e isso é favorecido pela ascensão causada pelas montanhas; outrossim, em algumas baías onde existem condições favoráveis às correntes aéreas, as chuvas aumentam, podendo-se observar sobre a linha costeira, precipitações superiores a 3.000 mm. Em lugares protegidos dos ventos do mar, por ilhas antepostas, como no caso de São Sebastião, a quantidade de chuva diminui consideravelmente. A orientação das isoietas para estas regiões foi tomada do Atlas Pluviométrico do Brasil (33), porque não dispúnhamos de dados mais recentes. As isoietas de 3.000 mm, nas partes da serra, apresentam diferenças insignificantes daquelas indicadas nesse Atlas. Na carta da "Light" (28) encontramos, em alguns lugares, pequenos desvios nas isoietas, em relação àquelas

apresentadas neste trabalho (O Atlas Pluviométrico do Brasil baseia-se, para a região costeira, em grande parte nos dados da "Light").

A posição muito baixa do peplopausa (†) no Oceano Atlântico Ocidental (25) é a razão pela qual o espaço isento de núvens é, em geral, de apenas pouco mais de 100 metros. Por essa razão a face da Serra voltada para o oceano se encontra, na maior parte do ano, entre núvens. A sua vegetação se adapta a essa condição; no espaço livre de núvens, o revestimento florestal apresenta o aspecto de tropical de chuva; mais acima passa então para a floresta típica de neblina de montanha. Encontra-se, portanto, aqui no limite dos trópicos, comprimida, a estrutura vertical da vegetação, na faixa de 1.000 m de altitude. Em outras zonas ela se estende a 3.000 m ou mais, como na Colômbia e na costa ocidental da América do Sul. Parece que em nenhuma parte da Serra do Mar a faixa da precipitação máxima tem sido atingida ou superada. Com o afastamento da Serra em relação à costa, mudam-se as condições de precipitação na região do litoral de Iguape, ao Sul de Santos, diminuindo consideravelmente. Apenas em algumas montanhas individuais, relativamente altas, que se elevam próximas ao mar, poderemos esperar chuvas semelhantes àquelas prevaescentes na Serra do Mar, quando se aproxima do oceano. Não predominam nesta região, como mais ao Norte, as chuvas provocadas essencialmente pela elevação orográfica, à qual ficam sujeitas as massas de ar provenientes do mar, uma vez que, aqui, a precipitação provocada dinamicamente se restringe a exceções. No litoral de Iguape a porcentagem de chuvas produzidas por avanços frontais aumenta, como sabemos, sem que se possa apresentar neste trabalho um estudo sobre a participação dos componentes da precipitação.

Encontramos, nas zonas do Alto Ribeira e no litoral, uma distribuição anual de chuvas muito mais regular durante o ano do que a predominante no Estado. A regularidade dessa distribuição estacional é devida à atividade ciclônica hibernal exatamente na época que corresponde aos meses de seca no resto do Estado. Na parte do litoral do Estado, na faixa compreendida entre o mar e a crista da serra, bem como ao Sul de Santos até a Serra de Itatins, a distribuição regional mostra-se mais regular. Ao contrário, na parte Sul do litoral, desde a Serra de Itatins até a fronteira do Paraná (Vale do Ribeira), a variação da distribuição regional de chuva é semelhante àquela do interior do Estado. Assim, nesta pequena área, ao lado de regimes extremamente chuvosos, que superam a 3.000 mm, principalmente nas Serras ao Sul de Cananéia, encontramos regimes pluviométricos que oscilam em tórno de 1.300 mm, como ao redor de Registro.

A costa pròpriamente dita, na Ilha Comprida, é muito mais rica em precipitações. Parece mesmo que encontramos aqui efeitos semelhantes àquêles descritos por Bergeron (1), para as costas da Noruega-

(†) Do grego: *peplos* = capa — *pausa* = limite.

-Suécia e Países Baixos. A precipitação máxima ocorre na costa exterior, havendo declínio das chuvas daí para o interior, com novos aumentos nas várias colinas da região costeira. Mais para o interior ocorre nova redução, que se estende até bem acima do curso do Rio Ribeira. Comportamento semelhante aos apresentados por Setzer (30), baseados em outros dados. Em direção à Serra do Paranapiacaba as quantidades de chuva aumentam de forma considerável. Se bem que não existam dados pluviométricos, as conclusões tiradas por analogia e observações sobre a vegetação, principalmente a floresta de neblina de montanhas aí existente, permitem supor haver um aumento das precipitações, atingindo provavelmente, em alguns lugares, a 3.000 mm.

3.2.2 — DISTRIBUIÇÃO PLUVIAL NO PLANALTO PAULISTA

Grande parte do planalto paulista que se estende, a oeste até a zona geográfica do Sertão do Rio Paraná, ao norte até a de Rio Preto e Araraquara, ao sul à fronteira do Estado do Paraná e a leste até a parte noroeste da Serra da Mantiqueira, abrangendo ainda a parte Sul da zona de Piracicaba e da zona Industrial, aparece como uma grande ilha de precipitação relativamente pequena (v. carta das isoietas anuais). Nas regiões limítrofes do Estado de São Paulo, tanto próximo do Rio Paraná como da Serra, em direção à fronteira de Minas Gerais e do Estado do Paraná, encontramos novamente aumentos sensíveis na quantidade de chuva.

As precipitações médias variam, contudo, de local para local, na região mencionada. Ocorrem, sobretudo nas pequenas montanhas que se elevam sobre o nível geral, regiões mais favorecidas pela chuva. De outra maneira, ocorrem também algumas zonas mais secas, condicionadas pela orografia.

As regiões mais pobres em chuvas encontram-se nas faces das serras sotopostas à direção das correntes (sombra de chuva). Elas correspondem às grandes baixadas dos vales. Podemos classificar como sendo regiões relativamente secas, dentro do planalto paulista, as seguintes: *a*) baixadas do médio Tietê e baixo Piracicaba; *b*) parte do curso inferior do Tietê; *c*) médio Paranapanema; *d*) região das baixadas dos rios Turvo e Pardo até as suas desembocaduras no rio Paranapanema; *e*) por último uma região seca, restrita ao rio do Peixe superior.

Em todos esses casos, trata-se de extensas baixadas de rios, em que se formam, até certo grau, alguns sistemas de circulação próprios de pequenas áreas. A menor precipitação média obtida no Estado encontra-se numa dessas baixadas, em Elias Fausto, com 955 mm (outra precipitação muito baixa, de 907 mm, encontrada em Vera Cruz, na Serra dos Agudos, parece-nos duvidosa e provavelmente não corresponde à realidade, embora a região do rio do Peixe, onde se localiza, seja relativamente pobre em precipitação).

De certa importância é a baixa precipitação anual da região do Tietê médio e Piracicaba inferior, pois aí se encontra uma zona agrícola intensamente cultivada e que se apresenta, em parte, sobre solos muito bons.

As outras zonas citadas, também pobres em precipitações, têm sido até agora pouco utilizadas para culturas intensivas.

A maior parte das regiões citadas do planalto paulista é relativamente seca, sendo encerrada pela isoietas de 1.200 mm. Apenas em alguns contrafortes de montanhas, encontram-se "ilhas" com maiores precipitações que alcançam as isolinhas de 1.400 mm, valor êste ainda superado na serra de São Pedro, cujas isoietas avançam para o interior do Estado em forma de cunha.

Em detalhes, são conhecidas as seguintes regiões mais ricas em chuvas: *a*) Serra da Fartura, no Sul do Estado, próxima ao limite do Estado do Paraná; *b*) mais ou menos na mesma latitude, porém mais a leste, a extensa serra de Botucatu; *c*) a zona situada ao nordeste do Estado, no divisor das águas entre área seca do Tietê e a do rio Aguapeí.

O traçado das isoietas nessas zonas, principalmente no interior, não é muito preciso em consequência da baixa densidade da rede de estações e do curto período de observações. Por esta razão, neste trabalho procuramos primeiramente mostrar a tendência da distribuição regional. Uma descrição mais minuciosa e um traçado mais preciso das isoietas, seria objeto de pesquisas posteriores, baseadas em maior número de postos pluviométricos e numa série mais longa de dados.

3.2.3 — PRECIPITAÇÕES NA REGIÃO MONTANHOSA DA MANTIQUEIRA

A leste e nordeste da linha São Paulo-Campinas-Rio Claro-Araraquara-Bebedouro, em direção à fronteira de Minas Gerais, o quadro da precipitação varia: o total anual, de início, lentamente, e as isoietas justapondo-se ao curso das serras. Observam-se na parte norte da Serra da Mantiqueira e em várias regiões de Franca (vide carta), de Cristalino do Norte e do planalto, precipitações variáveis entre 1.500 e 1.700 mm.

A isoietas de 1.300 mm, avançando em três pontos para oeste, mostra a ocorrência de regiões relativamente úmidas inseridas na área mais seca do Estado, e assim distribuídas: *a*) ao norte, Bebedouro e Olímpia; *b*) no centro, São Carlos e Brotas; *c*) ao sul, São Roque.

A região de Brotas-São Carlos apresenta-se como uma ilha úmida, separada da região leste, igualmente úmida, pela zona de seca do Tietê-Piracicaba. A baixada dêste rio cai até uma altitude de cerca de 500 m, que é pouco elevada em relação à circunvizinhança. Além disso, em uma das direções situa-se na "sombra de chuva" das serras de São Carlos e, em outra direção, na dos contrafortes da Serra da Mantiqueira, entre Pinhal e Mococa. Quando as serras se afastam, alargando-se os vales, as condições de precipitação da baixada do Mogi-Guaçu se igualam àquelas da circunvizinhança.

A precipitação relativamente pequena na área correspondente ao município de São Paulo e seus arredores é bem sensível. São Paulo fica a uma altitude bastante elevada, entre 760 e 800 m; contudo, está na "sombra de chuva" da Serra de Paranapiacaba e, além disso, a planície

aluvial formada pelo Tietê e confluente está envolvida por serras bem mais elevadas. A planície de São Paulo é, por isso, mais sêca do que era de se esperar, baseando-se na altitude.

A rêde de postos pluviométricos é mais densa nessa do que em outras regiões do Estado, de modo que a isoietas circundante de 1.300 mm ficou definida. Onde as montanhas cercam a planície aluvial observa-se, comumente, um aumento de chuva. Isto ocorre com particular evidência na Serra do Itaquí e na de São João, onde podem ser encontradas precipitações de até 1.500 mm, e mesmo ser superadas em alguns pontos de situação particularmente favorável. Infelizmente, nestes pontos diminui novamente o número de postos pluviométricos, cujos dados sejam de confiança.

3.2.4 — PRECIPITAÇÃO NO VALE DO PARAÍBA

Na zona geográfica do vale do Paraíba predomina uma distribuição pluvial muito variada, apenas comparável às observadas em regiões muito mais vastas. Ao lado de uma precipitação de até 3.000 mm, na Serra da Mantiqueira, encontram-se quantidades inferiores a 1.100 mm na circunvizinhança de Pindamonhangaba.

Sob o ponto de vista geográfico, o vale do Paraíba não corresponde à VI zona hidrográfica (fig. 4), visto que essa zona se estende além do divisor de águas da Serra da Mantiqueira, até a fronteira do Estado. O vale é, além disso, subdividido em Paraíba superior (talvez melhor Paraitinga) e Paraíba médio. Conforme se devia esperar, essa subdivisão da VI zona hidrográfica segue, em essência, os acidentes orográficos. As elevações são mais chuvosas e as depressões mais sêcas.

No rio Paraitinga, que corre em sentido contrário ao Paraíba, forma-se uma das duas regiões de sêca dessa zona. Estende-se ela ao longo do rio Paraitinga, desde o curso superior, passando por Cunha, até sua confluência com o rio Paraíba, atingindo-o, contudo, apenas no seu curso inferior. Pelas serras de Jambeiro e de Quebra-Cangalhas são separadas as duas regiões do vale, mais pobres em chuvas, que são a do Paraitinga-Paraitinga e a do médio Paraíba. Outra região relativamente sêca, de menor importância e tamanho, ainda se encontra próxima a Cachoeira. Essas regiões dispõem de boa documentação sobre dados pluviais.

Enquanto a maior parte da região do vale do Paraíba se encontra no domínio das precipitações entre 1.300 e 1.400 mm, as chuvas aumentam gradativamente nas serras que circundam o vale. O máximo de precipitação é atingido na Serra do Mar, próximo ao divisor de águas, em região abrangida pela bacia do rio Paraíba. Delimitações mais precisas das isoietas, não são possíveis na região, visto que a Serra do Mar é ainda pouco estudada, principalmente nesta parte.

A serra da Bocaina, que é rica de precipitação, se estende para dentro da região mais sêca, em forma de península, alargando-se a estreita zona de chuvas da Serra do Mar. A maior precipitação nessa zona é produzida por uma nova elevação das massa de ar. As chuvas atingem, por

essa razão, nos pontos máximos, valores anuais de até 3.000 mm. Não é possível estabelecer o grau em que a circulação própria dos vales participa dessas precipitações elevadas. A parte de chuvas formadas por ascensão, entretanto, não deve ser pequena, principalmente nos meses de verão.

3.3 — DOIS PERFIS DE PRECIPITAÇÃO

Uma boa visão geral da distribuição regional e estacional da precipitação no Estado de São Paulo, nos é dada pelos postos pluviométricos que se acham bem distribuídos ao longo de dois perfis morfológicos, A-A e B-B, com o ponto de interseção em Tatuí.

Com uma super-elevação de 10.000 vezes os perfis mostram uma orografia bastante variável, mesmo no planalto paulista, relativamente uniforme, permitindo comparar facilmente com as quantidades de chuva, que variam em função da altitude. Os perfis permitem ainda observar, na marcha das distribuições anuais da precipitação em direção ao interior (perfil A-A, fig. 7), uma separação gradativa das estações de chuva e de seca. Por sua vez, no perfil B-B observa-se uma redução das chuvas de inverno, do sudoeste para nordeste.

O perfil A-A parte da costa, em Iguape, e segue para o Rio Grande, ao norte do Estado. No litoral, representando pelas duas estações de Iguape e Juquiá, encontramos, além de precipitações relativamente elevadas, de 1.500 mm, uma distribuição bastante regular. Também nesta região já é possível verificar um pequeno aumento das precipitações de verão, em direção ao interior. Assim, a porcentagem das chuvas de verão aumenta em Juquiá de 5,4, em relação a Iguape (Iguape, 63,7% de chuvas de verão). Isto se deve às precipitações de convecção, mais elevadas nas regiões distantes da costa. O mês mais úmido é o de fevereiro, em ambas estações.

Transposta a Serra de Paranapiacaba, a quantidade de chuva diminui consideravelmente. Tatuí, na "sombra de chuva" desta serra, é uma das estações mais pobres de precipitação do Estado de São Paulo. A distribuição sazonal também sofre variações, aproximando-se à transição geral para o tipo de inverno seco. A porcentagem das chuvas hibernais cai para 19,4. O mês mais chuvoso é o de janeiro e o mais seco continua sendo, como no litoral, o de agosto.

Na serra de São Pedro ocorre novamente uma elevação das precipitações que, possivelmente, ultrapassam 1.500 mm nos pontos mais altos. A estação de Torrinha possui, sob o ponto de vista orográfico, uma situação desfavorável para este perfil. O aumento, comparado com Tatuí, é de apenas 200 mm. A redução das precipitações de inverno vai aumentando, pois importa em apenas 15,6% da quantidade total de chuvas. As condições são bem semelhantes às de Brotas, um outro posto da Serra de São Pedro. Embora a altitude de Brotas seja inferior à de Torrinha, a quan-

tidade de chuva é pouco maior, mantendo-se idêntica à distribuição estacional (convém mencionar que em Brotas outro pôsto pluviométrico localizado em ponto com 40 m a menos de altitude registrou 1.314 mm como média no mesmo período, mantendo porém, distribuição anual semelhante).

Ribeirão Bonito, na "sombra de chuva" da Serra de São Pedro, apresenta novamente uma considerável redução, tanto na quantidade anual de chuva como também da porcentagem hiberna. Em todos êsses postos, partindo de Torrinha ou de Araraquara, notável é a existência de um pequeno período chuvoso em junho e julho, que tanto mais se evidencia quanto mais secos forem os meses anteriores e seguintes. Comparado com Tatuí, o máximo das chuvas de inverno se deslocou, nos quatro postos indicados, para o mês de junho.

Mais para o norte, no planalto pouco ondulado com inclinação para o Rio Grande, a quantidade de chuva aumenta, subindo em Bebedouro a 1.360 mm. A porcentagem das chuvas de verão aumenta para êsses postos para 89. Os valores mensais diminuem paulatinamente a partir de abril, apresentando o mínimo em agosto, conforme acontece, de resto, em tôdas as estações do perfil; não mais aparece o pequeno período de chuvas hibernais. Na última estação pluviométrica do perfil, em Adolfo Pinto, a parte hiberna ainda diminui mais, apresentando apenas 8,7% das precipitações totais. Enquanto o mês mais sêco é o de agosto, o mais chuvoso é o de fevereiro. Aqui já ocorre a transição para o clima continental do interior do Brasil (o mês de janeiro, aliás, tomando o valor absoluto, possui a maior precipitação total; no entanto, levando-se em consideração a variação no comprimento do mês, fevereiro apresenta-se mais chuvoso).

Diferentes são as condições do perfil B-B. Inicia-se no Paraná, no segundo planalto descrito por Maack (20), atravessa todo o Estado de São Paulo, terminando na Serra da Mantiqueira, na fronteira de Minas Gerais.

No pôsto de Jaguaraiaíva, no Paraná, numa altitude de 888 m, a precipitação média anual é de 1.469 mm, em um período de observações de 1918 a 1935. Apesar de representar outro período, a distribuição anual é bastante semelhante à do outro pôsto costeiro de Iguape, do perfil A-A. Do total anual de precipitação, chovem 35,8% no semestre hiberna. O mês mais úmido é o de janeiro e o mais sêco é o de julho, ocorrendo um deslocamento em relação aos postos do litoral paulista. Permanece notável a grande quantidade de chuva de junho, que ultrapassa a 100 mm. Encontramos, pois, nesta região um pequeno período hiberna de chuva bastante pronunciado. Além de janeiro não se pode considerar qualquer outro mês como sendo muito úmido, apresentando mais 12,5% da precipitação anual. Da mesma forma, nenhum mês pode ser considerado muito sêco, mesmo julho que é o mês menos chuvoso do ano.

Em Itaberá, primeiro pôsto do perfil no Estado de São Paulo, diminuem ao mesmo tempo o total anual e a porcentagem de chuvas hibernais.

O mês mais chuvoso avança para fevereiro e o mais sêco continua sendo agosto. Enquanto abril e maio apresentam a mesma tendência para diminuição das chuvas, tanto em Jaguaraíva como em Itaberá, o aumento de junho e julho é muito pequeno neste último. O máximo das chuvas hibernais (não parece próprio falar de uma estação chuvosa nesta época) acha-se no mês de julho. Em todo o caso, as precipitações de inverno são, em média, suficientemente elevadas para tornar possível a cultura do trigo nessa região.

O perfil entre Itaberá e Tatuí é bem mais irregular que entre a Serra de Paranapiacaba e Tatuí no perfil A-A. A região acidentada de Itaberá-Tatuí é fortemente dividida em vales e interrompida pelas elevações da Serra do Palmital. Infelizmente faltam nessa região, quase completamente, postos pluviométricos que mereçam confiança.

As condições pluviométricas da estação de Tatuí já foram mencionadas. A partir daí até Elias Fausto, o caráter da paisagem varia menos. A porcentagem das chuvas novamente aumenta um pouco em Elias Fausto. Os meses dos extremos permanecem os mesmos como, de resto, nos dois postos seguintes do perfil.

Enquanto em Tatuí, via de regra, junho é menos chuvoso que julho, aquêlê mês passa a ser o mais rico em chuvas em Elias Fausto. Aqui, as médias pluviométricas dos meses de maio e julho, bem como agosto, são menores que a do mês intermediário de junho, dando a impressão nítida da existência da assim chamada estação chuvosa de inverno, comportamento que se repete em Campinas, em escala ainda maior. A tendência na distribuição sazonal permanece, daí em diante, invariável. A diferença a mais de janeiro sobre o fevereiro, porém, aumenta constantemente à medida que se aproxima da Serra da Mantiqueira. Nota-se também um aumento no número de meses considerados úmidos, com mais de 12,5% da precipitação anual total, atingindo assim quatro meses, a saber: novembro, dezembro, janeiro e fevereiro. O início das chuvas de verão após a sêca ocorre no mês de setembro, como nas outras estações do perfil. Ao entrar na serra, em Monte Alegre, a quantidade de chuva aumenta sensivelmente e embora os meses com as precipitações máximas e mínimas permaneçam os mesmos, a distribuição sazonal se altera concomitantemente. O mês de março passa a ser incluído entre os considerados úmidos. Por sua vez, setembro passa a ser considerado um mês sêco. Outubro, entretanto, deixa de ser incluído entre os meses considerados super-úmidos, permanecendo apenas medianamente úmido.

Encontramos, pois, na parte sudoeste da Serra da Mantiqueira, uma distribuição sazonal do tipo somente encontrado mais para o norte do Estado na fronteira do Rio Grande.

3.4 — DECOMPOSIÇÃO DO VALOR MÉDIO

Ao fazermos uma apreciação geral dos regimes pluviométricos de uma região, baseados em valores médios de período equivalente, devemos ter em conta que êles representam tão somente a expressão de uma fase do

curso anual do tempo (14). Daí a necessidade de estudar detidamente a gênese do clima e a marcha da precipitação de cada região, como normalmente se faz em trabalhos climatológicos (16).

Na análise da média de precipitação, não se deve restringir ao retrospecto dos seus valores componentes, mas é necessário, também, considerá-la em relação aos componentes cronológicos, correspondentes ao período total estudado (vide capítulo 4). Os valores de precipitação observados representam o término de um processo atmosférico complexo e como não nos tem sido possível entrar em detalhes sôbre as origens das diferentes

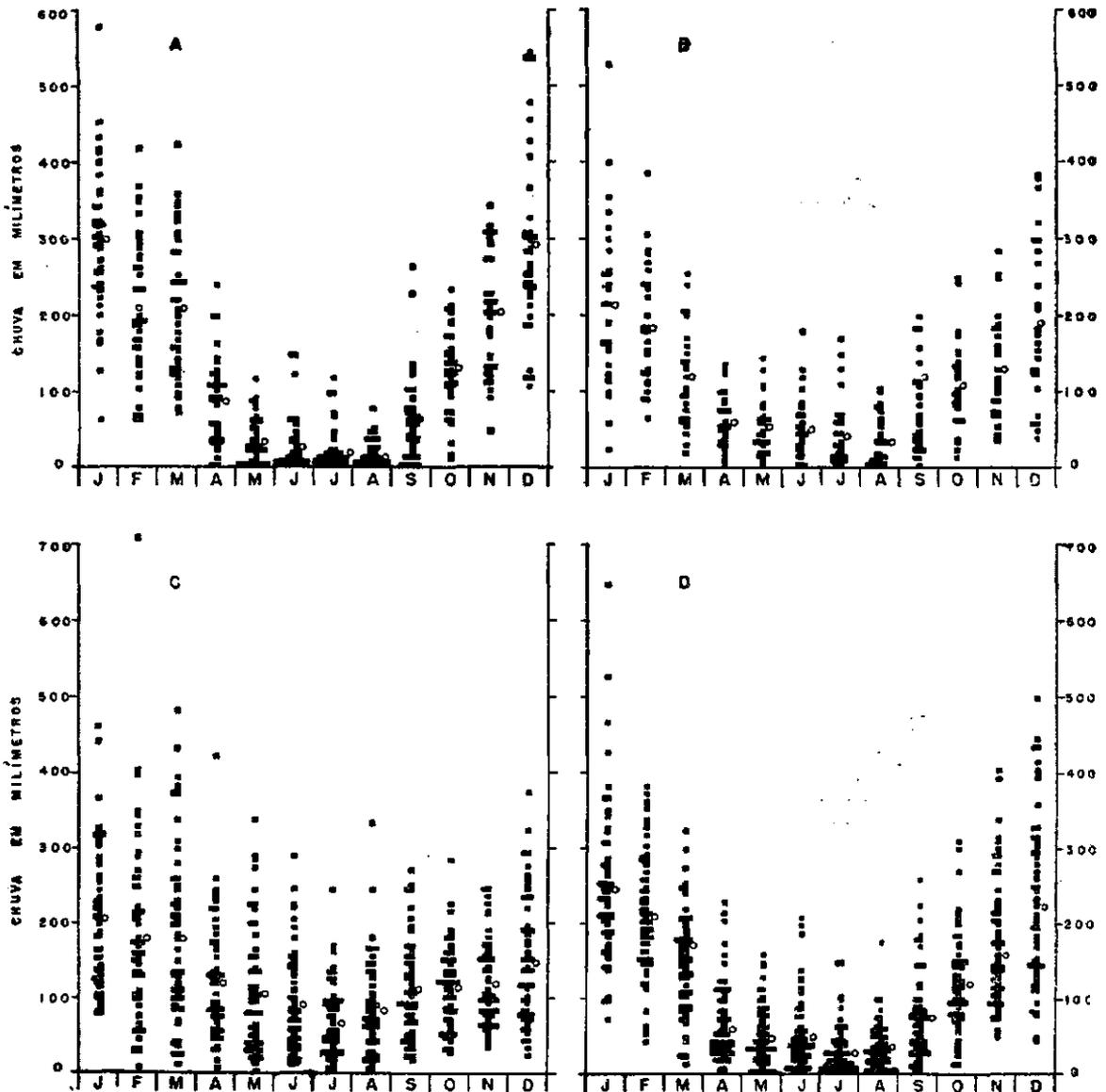


FIGURA 8. — Decomposição das médias mensais de precipitação para diferentes regiões do Estado de São Paulo. Os círculos vazios indicam as médias mensais e os quadrados cheios, dados mensais para anos distintos. A — Franca — períodos de 1909 a 1942 e 1946 a 1951; B — Avaré — período de 1925 a 1951; C — Iguape (litoral sul) — período de 1895 a 1951; D — Campinas — período de 1890 a 1951.

precipitações individuais, não podemos, neste trabalho, fazer uma análise completa do curso do tempo.

Para uma análise tri-dimensional das condições das precipitações do Estado de São Paulo, que possa representar sua classificação segundo a quantidade, o tempo e a origem, falta, em essência, uma consideração genética das condições primordiais. Infelizmente, ainda não é possível determinar, simplesmente com as medições, se as precipitações são advectivas ou convectivas. Tampouco nos é possível saber se são provenientes do lado frontal ou dorsal do ciclone, visto que São Paulo não se situa em região de clima uniforme, estando muito sujeito a influências locais variáveis, resultando daí chuvas de convecção, de intensidades variáveis, chuvas de ascensão orográfica e precipitações frontais.

A representação gráfica da decomposição das precipitações das médias mensais, através da disposição de pontos ("Punktwolke"), nos dá boa idéia da variação dos valores quantitativos mensais. As representações gráficas dos dados dos cinco postos pluviométricos escolhidos e representativos das diversas regiões de precipitação, põem em destaque as observações individuais que formam o valor médio de cada mês e, por conseguinte, de todo um ano.

O pôsto de Franca representa a distribuição pluvial do planalto do norte do Estado, em uma zona de pronunciada sêca hiberna. Através da figura 8-A, podemos ver bem a grande amplitude da oscilação dos valores das precipitações mensais. Os pequenos círculos indicam o valor médio de cada mês (para simplificar o desenho, os valores foram aproximados para 5 mm). Do exame dêsse gráfico surge, à primeira vista, a idéia de que os pontos aglomerados na linha zero dos meses de sêca, de maio a setembro, deveriam prosseguir para o lado negativo. Se bem que isso, naturalmente, não possa ser possível, os meses mencionados se caracterizam particularmente por falta de água. Uma curva de precipitação interpolada de forma negativa poderia indicar até certo grau a quantidade de chuvas em "deficit". Haveria então curvas análogas às representativas do balanço hídrico, representadas em trabalhos de Thornthwaite (31, 32). Na distribuição da precipitação em Franca é evidente que o valor médio, raras vezes, coincide com o valor mais freqüente, condição essa que também pode ser observada em outros postos pluviométricos.

Iguape possui distribuição pluviométrica bastante diferente da dos outros postos. Primeiramente, é mais uniforme durante o ano e a de menor oscilação dentro de um mesmo mês, nos vários anos. Se bem que o valor médio não coincida sempre com a precipitação mensal mais freqüente, a dispersão em geral é pouco pronunciada (fig. 9).

O caráter climático geral de Iguape diverge completamente do de Franca e também do de outras estações pluviométricas. A dispersão é relativamente grande nos meses de inverno. As máximas de precipitação registradas nos meses mais secos se comparam perfeitamente com as precipitações mais pronunciadas dos meses úmidos. Em Franca,

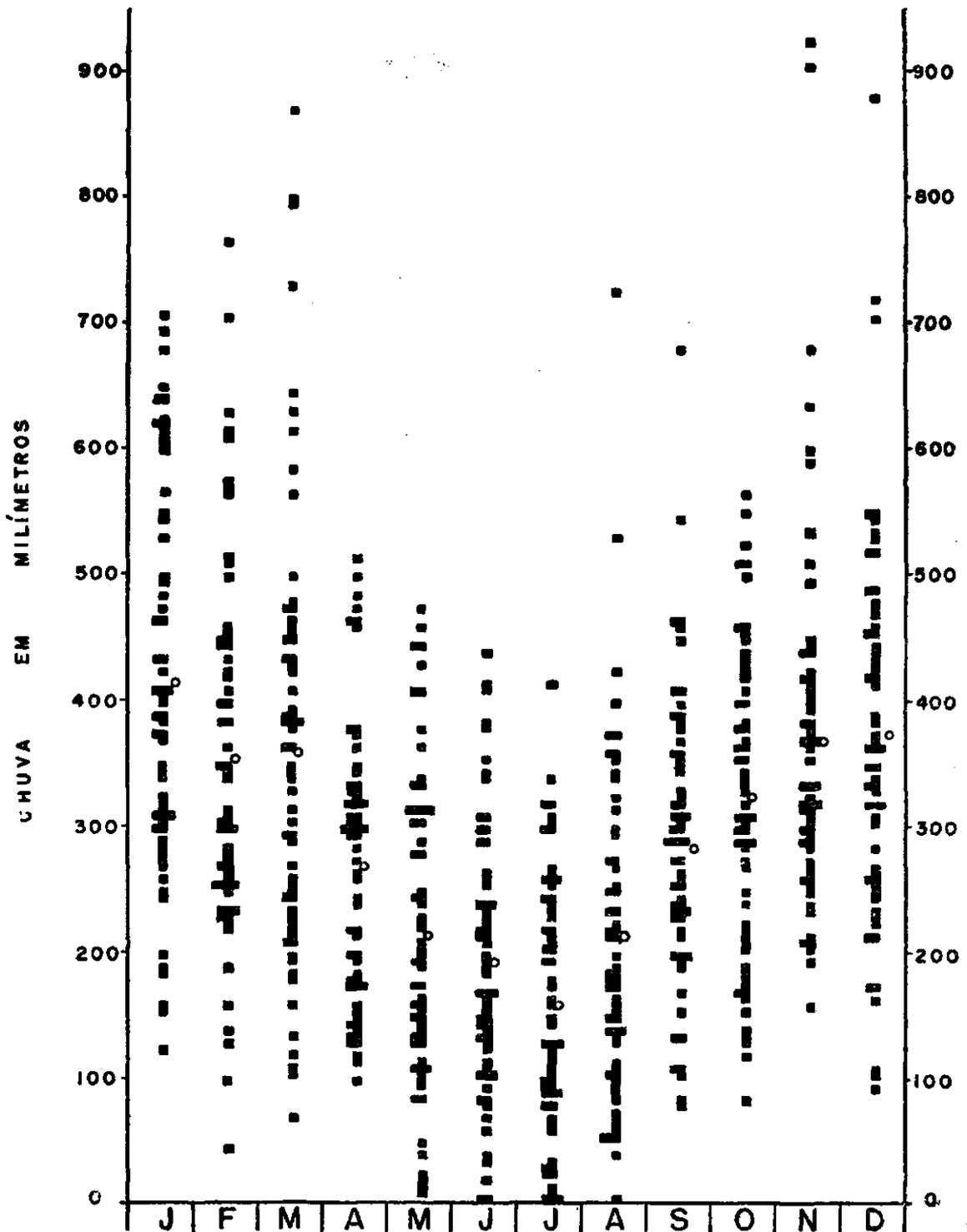


FIGURA 9. — Decomposição das médias mensais de precipitação para Paranapiacaba (alto da Serra do Mar), para o período de 1889 a 1951. Os círculos vazios indicam as médias mensais, e os quadrados cheios os dados mensais decompostos.

ao contrário, as máximas de chuvas dos meses mais secos, maio, junho, julho, e agosto, nunca superam as médias de chuva dos meses úmidos, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março (ver fig. 8). Entre os dois pontos mais diferenciados, Franca e Iguape, estão Campinas e Avaré,

como pontos de transição. Em Campinas os períodos de seca não são tão pronunciados como no norte do Estado, mas mostram-se ainda bem definidos (fig. 8- *C* e *D*). Nesses postos, às vezes encontram-se precipitações em meses da estação seca superiores às médias dos meses chuvosos. Deve-se observar que a precipitação média anual de Campinas é superior à de Avaré, porém inferior à de Franca, que apresenta (pela série longa) 178 mm a mais que Campinas.

O gráfico representativo de Paranapiacaba, situada na vertente oesteira da Serra do Mar, mostra um quadro bem diferente dos tipos anteriores de distribuição. A quantidade mensal de chuvas é muito maior, possibilitando assim a amplitude de oscilação dos valores mensais (fig 9). A precipitação média nesta estação muito mais raramente coincide com o valor mais comum. É visível a baixa estabilidade do curso estacional da precipitação, no que acompanha as estações do litoral, representadas por Iguape.

As médias pluviométricas em Paranapiacaba, nos meses do período de seca (maio, junho, julho e agosto), oscilam entre 160 mm, em julho e 215 mm, em maio. Apesar dessas médias de chuva muito elevadas para um mês de seca, observaram-se, várias vezes, no decurso da longa série de observação (1889-1951), em qualquer dos meses mencionados, casos de precipitações de menos de 5 ou 10 mm.

Através destes cinco exemplos citados podemos verificar que os meses muito secos ocorrem com maior freqüência do que os muitos úmidos. Em poucos casos, certos meses úmidos ultrapassam de muito a média. Finalmente, os meses de plena estação chuvosa, dezembro, janeiro e fevereiro, são mais estáveis, pois em nenhum caso o mínimo mensal desceu a zero.

4. — DISTRIBUIÇÃO SAZONAL DA PRECIPITAÇÃO

Além da distribuição regional da precipitação, é de grande importância o conhecimento da sua distribuição através do ano. O curso pluviométrico durante o ano não é somente importante para a agricultura, mas também para toda a vida econômica (energia elétrica e comunicações). O caso da energia elétrica está, atualmente, ligado ao curso anual das precipitações.

O planejamento da agricultura está na estreita dependência da distribuição anual das chuvas. Em algumas regiões, principalmente nas zonas de trigo e algodão, o cultivo dessas plantas depende mais do curso anual da precipitação do que propriamente do seu volume anual.

Torna-se também de interesse conhecer não só a ocorrência de estações excessivamente chuvosas como ainda a variabilidade regional de sua incidência.

4.1 — CLASSIFICAÇÃO DAS ESTAÇÕES

A definição das estações do ano, para São Paulo, deve basear-se antes na precipitação, como elemento climático, do que na temperatura. Apre-

sentam ainda interêsse para essa definição a oscilação nos volumes anuais e mensais bem como a distribuição dos períodos chuvosos e de sêca através do ano. O mínimo de precipitação é mais importante que o máximo.

Entre o mínimo absoluto de cada mês (observado através de tãda série de observações disponíveis) e o mínimo anual da mesma série, existe às vêzes diferenciação bastante considerável.

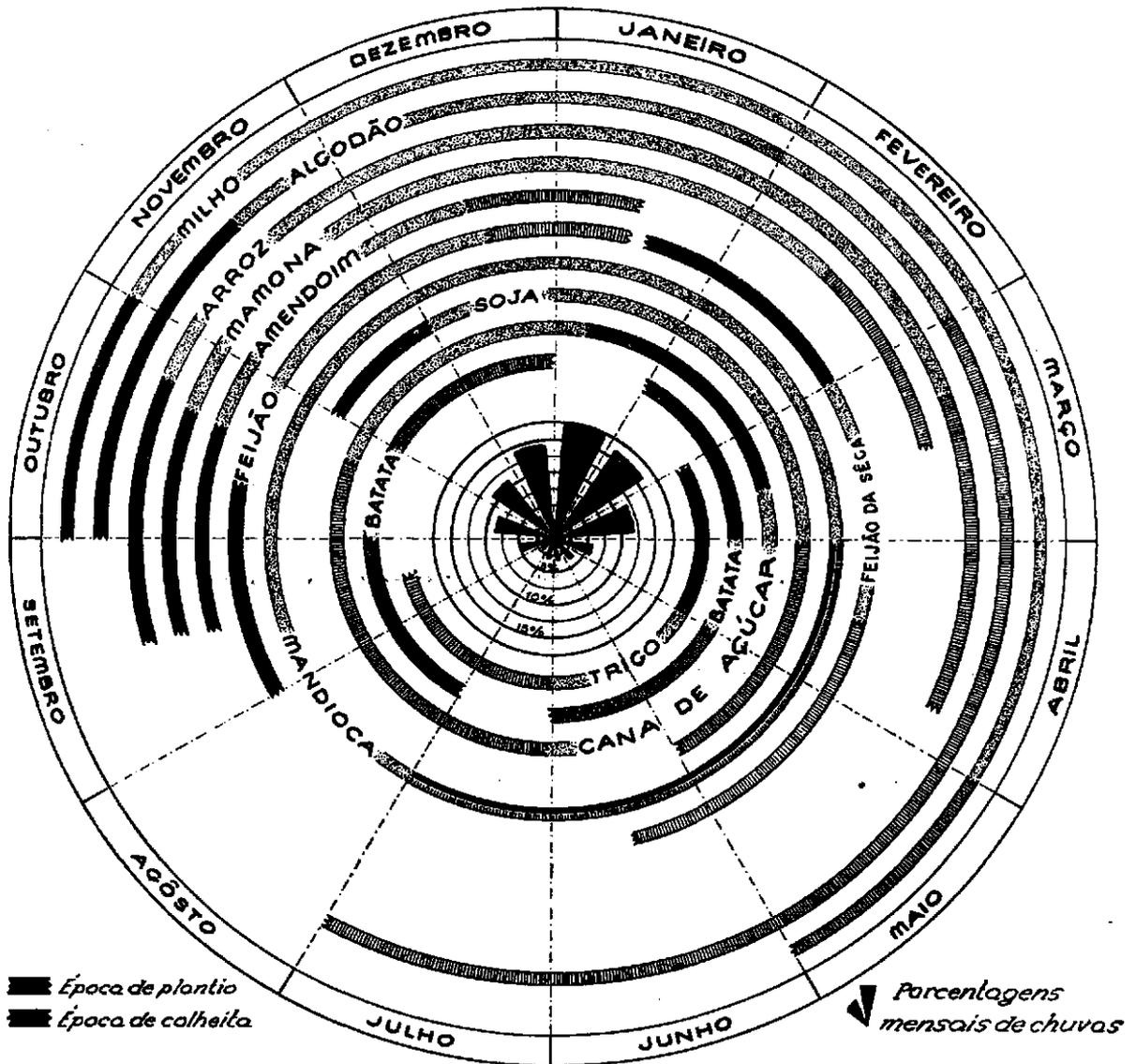


FIGURA 10. — Cíelo vegetativo de várias culturas em relação ao regime médio de chuvas no Estado de São Paulo.

A ordenação das estações para São Paulo é considerada de modo muito variável. Setzer (29) cita quatro estações: primavera (setembro, outubro, novembro), verão (dezembro, janeiro, fevereiro), outono (março, abril, maio) e finalmente, inverno (junho, julho e agôsto). Esta classificação adapta-se sòmente ao curso anual da temperatura.

Outros autores, Oliveira (21) e Maack (20), seguem o desenvolvimento dado pela história do clima e reconhecem apenas duas estações: uma seca, de inverno e outra chuvosa, de verão. Esta divisão despreza a temperatura, adotando como base apenas a marcha das precipitações e, seguramente, possui maiores possibilidades de representar a situação real. Ela foi, por isso, também adotada neste trabalho.

Entre nós, a variação das estações não se processa como nas latitudes temperadas, através de uma gradual variação da temperatura, com suas decorrentes conseqüências. A transição do verão para o inverno se processa em São Paulo muito repentinamente, não se prolongando por mais de uma semana, processo êsse observado até bem para o interior, atingindo a região das Missões Argentinas (34).

A estação úmida se estende de outubro a março inclusive, e a estação seca, que se caracteriza também por uma baixa temperatura do ar, vai de abril a setembro. A porcentagem mensal das precipitações (média para todo o Estado) mostra nitidamente a diferenciação das estações, às quais a agricultura adapta os seus trabalhos (5), como mostra o calendário do ciclo vegetativo das principais culturas (fig. 10).

O ano agrícola geralmente em voga estende-se de setembro a agosto. Em meados de setembro sobrevém, em regra, a mudança do tempo, isto é, começa o tempo das chuvas, que aumentam gradativamente. Por esta razão o lavrador prepara seus campos, a fim de a semente lançada aproveitar as primeiras chuvas.

4.2 — DISTRIBUIÇÃO MENSAL DAS CHUVAS

A distribuição mensal média das precipitações no Estado está representada por uma série de postos bem distribuídos pelo seu território. O período é o mesmo adotado na carta isoiética, como em todos os outros mapas auxiliares, ou seja, de 1941 a 1951.

Para dar idéia das precipitações médias mensais de cada posto, elas foram apresentadas em forma de gráficos de colunas adjacentes, desenhados sobre o mapa do Estado, na medida do possível sobre a região geográfica respectiva (fig. 11). Nesses gráficos, a fim de não quebrar o período chuvoso, iniciamos a representação sempre pelo mês de outubro.

Como podemos observar facilmente no mapa, a distribuição mensal das chuvas está sujeita a oscilações consideráveis, de local para local (os valores quantitativos de Vargem Grande do Sul possivelmente estão exagerados, embora a distribuição sazonal acompanhe bem a dos demais postos pluviométricos).

De início é possível reconhecer três zonas distintas, quanto à distribuição sazonal das chuvas, que se acham ordenadas quase paralelamente às linhas de latitude. Uma zona, no norte do Estado, com um período de chuva pronunciado, seguido de um período de seca também pronunciado. Aqui quase todo volume da precipitação anual recai dentro do período

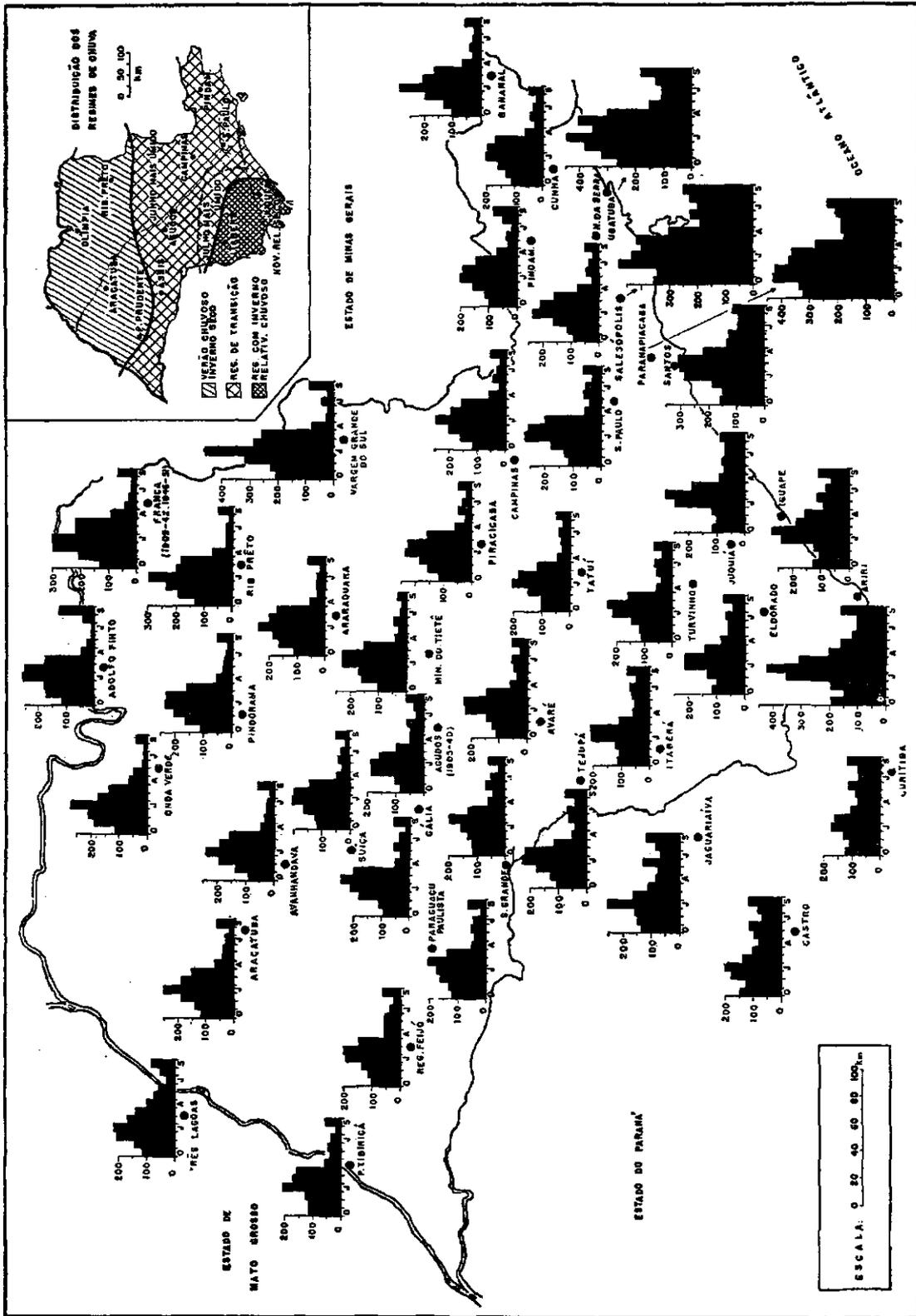


FIGURA 11. — Marchas anuais da precipitação mensal, em milímetros, para diferentes localidades de São Paulo e Estados vizinhos. Médias relativas ao período de 1941 a 1951. Os gráficos iniciam no mês de outubro.

de chuva. Noutra zona, no sul do Estado, as precipitações, dentro de certos limites, estão regularmente distribuídas em todos os meses, havendo mesmo na distribuição um pequeno período de chuva no inverno.

Entre êsses dois extremos existe uma grande faixa de transição. Nessa zona de transição é possível constatar, apesar da uniformidade aparente, algumas subdivisões básicas quanto à distribuição sazonal. Na parte Sul desta zona de transição, após o mês de maio, relativamente sêco, aparece em junho um pequeno aumento na precipitação, que se eleva mais em julho, diminuindo depois em agôsto, quando atinge o mínimo, como em quase todo o Estado.

Esta distribuição sazonal das chuvas modifica-se na faixa norte da zona de transição. Aí o mês de junho é mais rico em chuvas que julho. Dêste ápice secundário da marcha anual das precipitações, o volume de chuva cai regularmente até nova ascensão, geralmente em setembro.

A idéia da zona de transição pode ser apreendida apenas através do exame dos valores médios. A ocorrência de um segundo período curto de chuva para esta região, bem como a mudança do máximo, de junho para julho, aparece praticamente apenas nos anos em que a atividade dos ciclones sulinos se estende muito para dentro do continente. Visto que isto sempre está ligado a fortes avanços de massa de ar frio no inverno, as geadas normalmente são acompanhadas de chuvas mais fortes.

Quando prevalece o tipo continental do tempo sôbre o resultante da atividade hibernal dos ciclones, ou seja, o tipo oceânico, não ocorre o chamado "pequeno período de chuva". O volume das precipitações diminui, em tais anos, no período hibernal, de mês para mês, conforme mostram, por exemplo, as médias do pôsto de Três Lagoas, Mato Grosso. A partir de setembro, o volume de chuva se eleva novamente com a mudança do tempo.

Na região litorânea, de Santos para o Sul, encontra-se ainda um tipo de distribuição que se desvia algo dos tipos anteriores. O mês de setembro passa a incluir-se, pelo seu caráter climático, entre os meses úmidos. Quanto mais para o sul tanto menor é a diferença do volume de chuva dêsse mês, em comparação com outubro.

Contrariamente às observações de épocas anteriores, nos últimos anos o mês de outubro tem sido mais chuvoso que novembro. Em Iguape, em um período de 57 anos de observações, 1895 a 1951, a condição — novembro mais úmido que outubro — mostra-se mais freqüente, ocorrendo em 31 anos. Considerando-se, porém, apenas os dados dos últimos 20 anos, essa situação se altera, passando o mês de outubro a ser o mais chuvoso em 11 anos.

No período de 11 anos que serve de base a êste trabalho, observa-se uma intensificação da tendência de outubro ser mais úmido que novembro, pois apenas em três anos se deu o caso contrário. Não foi possível, até agora, determinar se êsse comportamento constitui uma oscilação real do clima, ocorrida nos últimos anos. Não parece, todavia, ser um simples acaso a ocorrência de meses de outubro mais úmidos, nesse período de 1941 a 1951. Um exame especial dêsse fenômeno, bem como daquele do pequeno período de chuvas hibernais, deve ser reservado a um trabalho especial.

4.3 — PRECIPITAÇÃO PORCENTUAL DOS SEMESTRES DE VERÃO E DE INVERNO

É de grande interêsse conhecer não apenas os valores médios absolutos dos postos de observação mais importantes, mas também as porcentagens do volume de chuva que cabem a cada estação do ano. O mapa da distribuição porcentual para os semestres de verão e de inverno fornece uma boa idéia da variabilidade dos valores anuais (fig. 12).

Uma rápida observação mostra que a parte das precipitações de inverno diminui do sul para o norte e da costa para o interior. As precipitações de verão variam em proporção inversa.

O conceito do semestre hibernal, baseado nas médias do período de 1941 a 1951, considerado sêco ou muito sêco, está na dependência do modo de encarar a questão. Poderemos apenas dizer, com segurança, que o inverno é absolutamente sêco, somente quando não há precipitação alguma. Para a região do Estado de São Paulo isto não acontece, no entanto, em parte alguma; até agora tal não foi constatado, em nenhuma das longas séries de observações existentes. Os limites das várias faixas da distribuição das chuvas de inverno, bem como de verão, poderão ser traçados apenas de modo arbitrário, sempre de acôrdo com as limitações existentes.

Conrad (6) dá como critério para considerar meses úmidos ou secos, o fator da dispersão obtido pelo êrro médio (m). Todos os meses cujas quantidades de precipitações estejam entre $(M-m)$ e $(M+m)$, onde M representa o valor médio e m o êrro médio, deverão ser considerados como normais. Os meses cujas precipitações sejam maiores, são considerados úmidos e, análogamente, aquêles com precipitações menores, como secos. Esta divisão é interessante e pode sempre ser reproduzida.

O emprêgo dêsse critério requer, contudo, séries de observações muito boas e longas. Esta é uma exigência apenas parcialmente satisfeita para a região do Estado de São Paulo. Na prática, isto é, para os interêsses da agricultura, um período pode ser considerado sêco ou úmido apenas pela sua ação direta sôbre o mundo vegetal. Um critério de precipitação para meses muito secos ou muito úmidos, para aplicação agrícola, deve basear-se na reação das plantas nos diferentes meses e tipos de solo para um período de precipitação. Para São Paulo faltam ainda os trabalhos prévios, para apresentar tais valores experimentais por meio de fórmulas. O emprêgo dos índices de sêca subentende o conhecimento da temperatura e fornece somente valores relativos, sem contudo levar em conta a necessidade real por parte das plantas.

O período de um mês, que serve de base como menor período para os graus de comparação, pode também conduzir a grandes êrros. Assim, duas médias mensais subseqüentes podem indicar uma grande quantidade de chuvas, resultantes de somente duas precipitações de intensidade muito elevada, podendo estar incluído entre essas precipitações um prolongado período de sêca, de até 60 dias, sem que o valor médio indique algo a respeito.

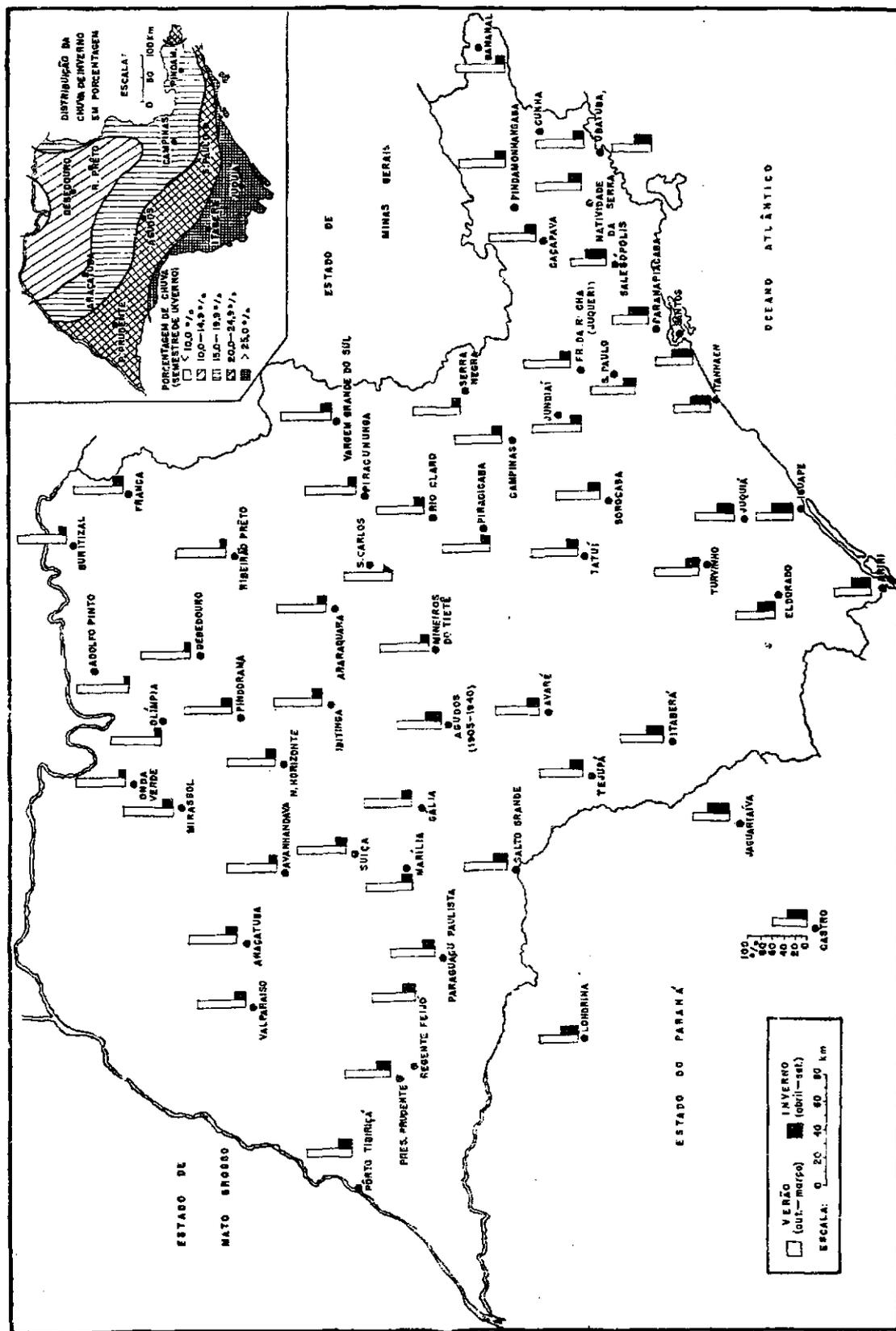


FIGURA 12. — Distribuição porcentual das chuvas nos semestres de verão (outubro a março) e de inverno (abril a setembro), para distintas regiões do Estado de São Paulo e parte do Paraná. Dados relativos ao período de 1941 a 1951.

Aproximamos mais das condições reais, fazendo uma decomposição dos valores médios em dados diários. Se apresentarmos as precipitações obser-

remos uma boa orientação para o problema da distribuição da precipitação no Estado de São Paulo. Os valores médios também não evidenciam se tais períodos são contínuos ou interrompidos por algumas chuvas escassas, mínimas, sendo assim períodos parciais de seca.

4.4 — PRECIPITAÇÕES MENSAS EM PORCENTAGEM

Se considerarmos como sendo 100% a precipitação anual, caberia a cada mês, se fôsem as chuvas distribuídas regularmente por todos os meses, uma porcentagem fixa de 8,3. Teríamos, desta maneira, mais esse valor fixo ao lado do limite de 0%, que corresponderia à ausência de chuvas.

O mapa da figura 13 mostra os valores percentuais médios das precipitações mensais no Estado de São Paulo, para o período 1941-51. Todavia, para possibilitar a representação das chuvas mensais, individualmente, pode-se recorrer com sucesso ao método dos pluviogramas (fig. 15).

Em uma região climática de inverno seco, como São Paulo, um pequeno volume de chuva em mês de inverno terá um efeito consideravelmente maior do que onde não haja uma distribuição mensal mais regular. Por seu turno, a ocorrência de um mês simplesmente úmido ou muito úmido terá efeito bem menor no verão. Por esta razão, no mapa da figura 13, os valores percentuais inferiores estão mais subdivididos do que aqueles em torno da distribuição média teórica. O mês mais seco, como o mais úmido, também está indicado, tendo sido fevereiro compensado em proporção ao menor número de dias. A figura 13 evidencia a grande estabilidade do mês mais seco. Em quase todo o Estado esse mês é agosto. Apenas nas estações da Serra do Mar, na vertente oceânica, é o mês de julho algo mais seco. Não obstante, em torno de Ubatuba encontra-se insulada uma zona cujo mês mais seco é junho. Ainda no sul e no litoral de Iguape, agosto continua sendo o mês mais seco. Mais para o sul, em direção ao Estado do Paraná, a tendência geral muda e, nos postos citados, o máximo das secas também se encontra em julho, indicando o início do deslocamento para a região das chuvas de inverno, que se encontra mais ao sul.

A ocorrência do mês mais chuvoso no Estado de São Paulo é menos estável. A variação sazonal da incidência do mês mais chuvoso, como também a variação regional, é bastante acentuada. Bem ao norte encontra-se uma zona na qual o máximo das precipitações ocorre em fevereiro. Segue-se, então, uma grande região abrangendo quase todo o Estado, onde janeiro passa a ser o mês mais úmido. No sul e sudoeste há novo deslocamento para o mês de fevereiro. Apenas em Santos a queda pluvial atinge o máximo em março.

Nos dois postos de observação da serra em que se examinou o curso anual, isto é, Paranapiacaba e Salesópolis, o curso das precipitações (na Serra do Mar) se caracteriza pelo fato da distribuição ser muito uniforme e o mês mais úmido ter-se deslocado para dezembro. Este deslocamento,

que é regionalmente limitado, parece ser uma ação conjunta de componentes estáticos e dinâmicos (7).

Uma grande dificuldade consiste em explicar a nova mudança do mês mais chuvoso de fevereiro, no sul do Estado de São Paulo, para janeiro, no Paraná. Os três postos de observação, Jaguariaíva, Castro e Curitiba, têm períodos diferentes como base de cálculo, mas isto não justifica o fenômeno. É de se esperar que, com o caminhar para o sul, haja um deslocamento do máximo mensal de chuva para a estação de inverno. Somente uma observação em grandes áreas, das condições de chuva no sul do Brasil, poderá fornecer esclarecimentos nesse sentido.

4.5 — NÚMERO DE DIAS, DENSIDADE E PROBABILIDADE DE CHUVAS

É de grande importância para a caracterização do regime pluviométrico, conhecer o número de dias de chuva de cada mês, para as diversas regiões. Quanto mais elevado fôr o número de dias com chuva, tanto maior será o aproveitamento para a agricultura em uma terra como São Paulo, onde o clima ocorre com extremos de secas e chuvas. Para isso o quociente das somas mensais pelo número de dias de chuva, fornece uma expressão bem representativa da intensidade das precipitações médias mensais.

A dificuldade para a definição de intensidade de precipitação encontra-se, antes de mais nada, na incerteza das observações. O espaço mais curto de tempo considerado é o dia, não se cogitando da duração real das chuvas. Dêsse modo o número de chuvas caídas no mesmo dia não é levado em conta e, além disso, poderá abranger, principalmente no inverno, diversos dias de precipitação, em que apenas se registra a queda da chuva, sem considerar a indicação do volume. Não nos foi possível fazer, neste trabalho, uma contagem por valores limites ("Schwellenwert"), visto que não dispomos dos registros diários originais.

Apesar das falhas, indubitavelmente consideráveis, os dados poderão ser aproveitados para o cálculo da probabilidade da precipitação, determinando o quociente do número médio dos dias com chuvas de cada mês pelo número de dias dos meses. A probabilidade de precipitação, tomada também como auxiliar para o reconhecimento das condições de chuva realmente existentes, é de certo valor pelo fato de possibilitar a comparação entre as várias regiões por meio de um índice. Neste sentido somente desejamos interpretar a probabilidade de precipitação, porém não como meio para previsão.

Número de dias com chuvas (quadro 2) — O número médio dos dias com chuva também segue a distribuição geral registrada para o volume de precipitações. Os valores mensais médios máximos ocorrem nos postos das regiões costeiras e Serra do Mar. Os valores anuais extremos encontram-se, o máximo em Ubatuba, com 225,5 dias e o mínimo em Salto Grande, na região seca do curso médio do rio Paranapanema, com 62,3 dias. Esse valor, 62,3 como número médio de dias com chuva, parece muito baixo quando comparado com postos relativamente vizinhos, como Avaré,

QUADRO 2. — Números médios mensais de dias com chuva, para as localidades representativas do Estado de São Paulo, reunidas por zonas hidrográficas, segundo Oliveira (22)

Localidade	Número de anos	Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho		Julho		Agosto		Setem- bro		Outu- bro		Novem- bro		Dezem- bro		Média anual dias	
		dias	dias	dias	dias	dias	dias	dias	dias	dias	dias	dias	dias	dias	dias	dias	dias	dias	dias	dias	dias	dias	dias	dias	dias		
ZONA I																											
Boracéia	12	19,9	19,0	19,5	14,8	12,4	10,0	12,2	13,9	18,1	17,3	19,0	188,3														
Campinas	62	17,2	14,4	12,0	6,2	4,9	5,1	4,3	6,8	9,8	11,3	14,7	109,9														
Parapanicaba	13	14,5	13,4	12,6	9,9	7,5	5,5	6,8	8,4	13,2	12,6	14,2	126,3														
Piracicaba	11	18,5	16,5	12,5	6,4	3,4	4,7	3,4	6,7	10,3	11,7	13,4	111,8														
São Paulo (Luz)	63	14,4	13,0	11,1	6,3	5,4	5,3	3,7	6,7	9,3	10,2	12,3	102,6														
ZONA II																											
Arcatuba	13	17,4	17,4	12,7	4,8	3,5	4,2	2,5	5,8	8,4	11,9	13,2	104,2														
Araraquara	14	17,4	15,2	12,6	4,7	3,0	3,1	2,9	4,8	9,3	12,1	14,7	101,5														
Mineiros do Tietê	13	13,4	14,0	8,4	3,7	1,8	2,8	2,1	3,5	7,1	8,3	10,2	76,7														
ZONA III																											
Sufçea	14	12,9	11,4	9,5	4,0	3,2	2,3	3,0	4,7	7,1	8,0	9,6	77,9														
Gália	13	12,7	12,1	8,6	3,7	2,3	3,1	2,7	4,2	5,0	7,4	8,7	72,3														
ZONA IV																											
Avaré	13	15,4	14,4	11,9	5,7	4,8	4,7	3,9	6,4	8,5	10,5	11,2	100,1														
Itaberá	12	17,1	15,5	11,6	5,8	6,1	5,8	5,6	7,1	9,8	9,4	11,3	110,3														
Paraguacu Paulista	12	14,2	13,6	10,4	3,9	3,8	9,4	3,4	2,7	7,6	9,1	9,7	87,5														
Pôrto Tibiriçá	9	10,8	12,8	10,7	3,1	3,1	4,4	2,8	5,4	6,7	7,9	11,3	80,3														
Regente Feijó	13	14,6	13,2	11,4	4,8	4,2	4,2	3,8	3,9	8,8	8,8	8,4	90,3														
Salto Grande	13	9,2	6,4	2,7	3,7	2,7	3,7	3,7	3,5	5,3	5,8	7,2	62,3														
Tejupá	12	20,2	18,9	15,3	7,9	7,4	9,5	7,4	8,7	11,1	13,2	15,5	140,2														
Turvinho	15	17,9	16,5	13,8	9,3	8,2	7,5	8,2	10,4	14,3	10,7	10,7	138,2														
ZONA V																											
Ariti	11	18,2	15,8	15,5	11,0	11,8	9,7	11,3	13,8	12,9	13,5	14,5	158,0														
Eldorado	12	18,7	18,5	16,5	11,8	9,1	9,4	8,9	10,7	14,6	12,7	16,4	154,9														
Iguape	14	15,3	14,8	13,3	11,1	10,1	9,9	8,0	10,8	14,1	12,3	11,9	139,5														
Juquiá	12	17,9	16,5	13,8	9,3	8,2	7,5	8,2	10,7	14,3	10,7	10,7	138,2														
Ubatuba	17	21,4	17,6	21,2	19,5	18,4	17,2	16,5	16,2	19,6	19,6	20,8	225,5														
ZONA VI																											
Pindamonhangaba	14	18,9	16,6	14,6	9,4	4,4	4,6	3,9	6,4	12,4	12,8	18,1	125,4														
ZONA VII																											
Adolfo Pinto	11	13,1	11,6	10,3	2,5	1,1	0,5	0,5	2,5	5,5	8,8	10,3	67,1														
Francea	12	19,4	17,1	15,2	8,2	4,0	2,1	2,6	6,0	11,2	14,9	20,4	122,9														
Mococa	10	19,9	17,5	15,7	6,5	3,4	3,3	3,1	4,1	12,6	14,8	16,5	119,3														
Piracurungu	14	14,8	12,2	10,7	4,7	2,5	1,8	1,4	4,1	9,0	10,5	7,1	83,2														
Fiberião Preto	15	18,1	15,7	14,0	6,2	3,3	2,3	2,2	6,0	10,9	13,5	16,3	109,7														
Vargem Grande do Sul	14	16,2	13,2	11,7	5,2	2,7	1,6	1,5	4,2	9,1	10,9	13,6	91,3														
ZONA VIII																											
Onda Verde	12	16,4	14,2	12,2	4,9	3,0	2,2	2,2	3,3	9,2	12,8	13,1	95,0														
Pindorama	15	13,7	12,2	9,5	4,1	2,3	3,7	1,7	3,5	7,7	10,3	11,8	81,7														

QUADRO 3. — Densidades de chuva (¹) em localidades representativas do Estado de São Paulo, no período de 1941 a 1951, reunidas por zonas hidrográficas

Localidade	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiço	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Verão	Inverno	Ano
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
ZONA I															
Boracéia	21,4	22,4	20,4	21,8	15,2	22,8	15,0	18,9	17,5	20,5	19,2	24,3	21,4	18,5	11,6
Campinas	13,9	13,1	12,4	8,4	5,9	10,2	8,6	5,2	8,3	11,0	14,8	14,8	13,4	8,1	12,1
Parapiacaba	30,0	27,8	28,4	29,0	23,5	33,3	24,6	24,3	27,5	23,2	28,9	31,1	28,2	26,8	27,7
Pracibaca	12,8	13,8	12,2	8,4	6,1	9,6	6,3	5,0	7,0	11,4	13,5	13,7	13,0	7,3	11,6
São Paulo (Luz)	16,1	17,4	15,7	9,8	9,5	13,3	10,2	8,7	12,0	12,1	13,1	13,7	15,0	10,7	13,9
ZONA II															
Araçatuba	14,4	12,6	10,8	13,3	10,0	7,8	9,6	3,6	8,5	12,1	12,1	15,5	13,0	9,2	12,1
Araraquara	13,4	12,9	13,1	11,1	9,5	7,7	7,5	5,9	11,0	11,3	24,2	13,0	13,1	9,3	12,3
Mineiros do Tietê	16,7	16,5	19,0	11,1	18,0	14,2	8,7	8,0	11,6	13,5	19,5	16,4	16,9	11,9	15,9
ZONA III															
Gália	17,3	19,9	23,0	13,1	13,3	14,6	11,5	6,7	12,3	17,8	16,1	21,9	19,4	12,4	17,7
Suíça	15,6	17,0	13,7	13,2	9,6	12,8	8,7	6,5	8,7	16,0	16,5	16,6	15,9	10,4	14,4
ZONA IV															
Avaré	13,2	14,4	11,6	10,2	8,4	9,6	15,0	6,5	8,4	11,7	13,0	13,6	13,0	9,6	12,0
Itaberá	12,1	13,1	8,7	8,8	6,7	8,5	10,7	7,3	9,3	11,4	10,6	10,1	11,2	8,4	10,3
Paraguçu Paulista	12,0	15,1	12,9	13,8	10,0	13,7	13,1	5,6	10,5	15,1	15,5	17,5	14,3	11,3	13,5
Regente Feijó	13,2	14,6	12,8	12,6	14,7	12,4	10,9	9,6	9,7	11,9	14,3	15,2	13,7	11,6	13,1
Saito Grande	18,2	20,8	21,5	15,6	17,7	18,3	14,0	11,2	14,9	20,7	24,9	23,3	21,2	15,5	19,4
Tejupá	11,2	11,5	9,2	6,1	5,0	5,9	8,3	6,7	8,8	9,3	9,6	11,1	10,5	6,8	9,3
Turvinho	12,5	13,0	10,9	6,2	5,9	8,3	8,8	4,2	6,8	8,7	8,9	10,6	11,0	6,6	9,5
ZONA V															
Ariri	19,2	26,6	18,6	18,3	13,2	11,8	8,8	11,0	11,5	14,9	10,9	13,2	17,6	12,4	15,4
Eldorado	11,6	11,4	8,9	7,5	6,7	6,8	7,6	5,6	7,0	7,4	7,9	7,7	9,3	6,9	8,4
Iguape	15,4	18,3	14,2	16,4	9,4	11,0	9,8	6,9	10,2	8,6	9,0	11,0	13,0	10,7	12,0
Juquiá	15,2	17,2	13,2	9,8	8,8	9,9	7,9	6,2	8,6	8,0	9,1	10,8	12,6	8,4	10,9
Ubatuba	19,1	21,2	17,6	14,3	17,3	4,6	15,3	6,8	10,5	12,6	16,0	17,3	17,2	8,2	13,0
ZONA VI															
Bananal	14,1	13,3	12,1	6,9	4,2	4,7	4,3	5,7	8,0	8,3	9,3	10,9	11,6	5,8	10,1
Cunha	10,9	12,1	10,2	8,7	4,4	8,3	4,9	4,6	8,1	9,1	10,2	13,1	11,0	6,7	9,9
Natividade	11,5	12,6	10,1	7,6	3,8	6,9	5,0	4,0	7,7	6,6	8,0	9,2	9,9	6,0	8,7
Pindamonhangaba	10,7	11,7	9,3	7,4	5,6	6,7	5,4	6,1	8,2	7,8	9,5	8,9	9,8	6,8	9,0

(¹) Quociente da precipitação média pelo número médio de dias com chuva.

com 100,1 dias ou Tejuapá, com até 140,2 dias; entretanto, as estações mais para o interior, na metade sul do Sertão do Paraná e da zona Pioneira, têm valores semelhantes, um pouco mais elevados, de maneira que uma média anual de 62,3 dias de chuva para Salto Grande parece ser aceitável.

Os períodos de observação a que se refere o quadro 2 são uniformes. Somente para Campinas (6) e São Paulo (Estação da Luz) (4), encontramos observações completas. A experiência mostra, porém, que os dados relativos aos dias chuvosos são menos sujeitos a oscilação que os relativos às alturas pluviométricas.

Densidade de chuva (quadro 3) — O volume de precipitação e o número dos dias de precipitação não são necessariamente proporcionais. Nem sempre uma quantidade mensal de chuvas mais elevada corresponde a um maior número de dias de chuva. A comparação dos dados de densidade de chuva, que é função de ambos, vem reforçar porém a idéia relativa à existência de zonas de precipitação variáveis no Estado de São Paulo (quadro 2). Na Serra do Mar e na costa Norte, encontramos uma elevada densidade de chuva em quase todos os meses do ano. Diferente é a região do litoral de Iguape, onde a densidade de chuva é muito inferior, embora a distribuição sazonal continue bastante regular. Nas estações pluviométricas do interior a densidade de chuvas varia muito mais, atingindo, eventualmente, nos meses de inverno, uma altura igual à do verão. O mínimo, em geral, se encontra em agosto.

Podemos mencionar algo sobre a intensidade média das chuvas nos diferentes meses. A intensidade real das chuvas, naturalmente, não se obtém partindo dos valores de um período longo como é o de um mês. Para fins de combate à erosão do solo, esses dados apenas têm valor quando existirem, ao mesmo tempo, registros sobre o volume e a duração real, ou seja, a fisionomia das diversas chuvas caídas.

Probabilidade de chuva (quadro 4) — É outra representação útil da atividade da precipitação, indicando, em porcentagem, a possibilidade de ocorrência de chuvas. A probabilidade de precipitação é, naturalmente, mais elevada no verão que no inverno e os postos com os maiores volumes de chuva, da costa e da Serra do Mar, apresentam também as maiores probabilidades de precipitação.

O máximo de probabilidade anual média de incidência de chuva é de 0,65 e se verifica em Ubatuba. Comparado com outras regiões muito chuvosas do globo, este valor não se mostra dos mais elevados.

Característica é a pequena probabilidade de ocorrência de precipitações nos meses de inverno, tanto nas regiões do centro como do norte do Estado. Esses valores caracterizam bem a distribuição das chuvas em ambos os sentidos: regional e estacional.

(6) Arquivos da Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agrônomico.

4.6 — CURSO DA PRECIPITAÇÃO NOS ÚLTIMOS ANOS EM ALGUMAS LOCALIDADES DO ESTADO

4.6.1 — REPRESENTAÇÃO EM FORMA DE PLUVIOGRAMA

A já mencionada forma de pluviogramas permite obter um quadro bastante detalhado da distribuição das chuvas, representativo de cada uma das diferentes regiões do Estado. Por sua vez, a apresentação dos pluviogramas em forma simplificada sôbre o mapa do Estado (fig. 13), dá uma visão geral da distribuição das precipitações médias mensais.

Decompondo-se os dados das chuvas médias mensais, através dos pluviogramas, tornar-se-á possível reconhecer as características da distribuição real das precipitações. O pluviograma possibilita-nos fazer uma idéia rápida não só da média anual da chuva, mas também sôbre cada ano de observação, ressaltando ainda os meses mais secos e os mais chuvosos. Permite, ainda, classificar com restrição, um determinado mês como muito sêco, apenas sêco, apenas úmido ou muito úmido (fig. 14-B).

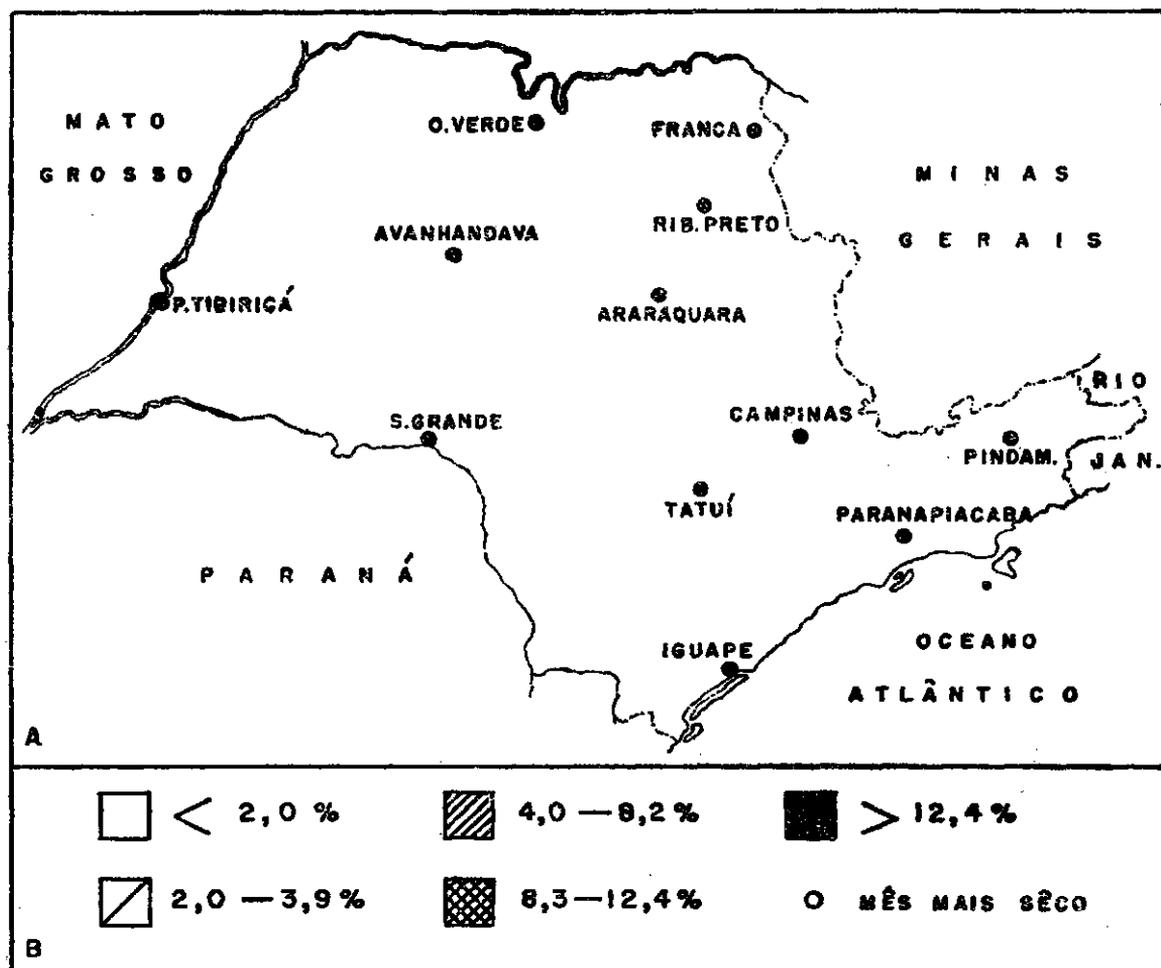


FIGURA 14. — A — Situação geográfica de doze localidades do Estado de São Paulo, cujos pluviogramas estão representados nas figuras de n.º 15 a 23. B — Legenda comum às figuras 15 a 23, indicando as porcentagens mensais de precipitação e o mês mais sêco de cada ano.

QUADRO 4. — Probabilidades de precipitação (1) para os diferentes meses, para o ano e para os semestres de verão e de inverno, no período de 1941 a 1951, relativas a localidades representativas do Estado de São Paulo, reunidas por zonas hidrográficas

Localidade	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Ano	Verão	Inverno
ZONA I															
Boracéia	0,59	0,59	0,40	0,21	0,11	0,15	0,14	0,09	0,22	0,33	0,39	0,43	0,30	0,45	0,15
Campinas	0,58	0,54	0,42	0,23	0,10	0,15	0,11	0,08	0,22	0,35	0,37	0,44	0,30	0,45	0,15
Paranapiacaba	0,45	0,47	0,41	0,31	0,23	0,18	0,23	0,26	0,28	0,44	0,38	0,44	0,34	0,43	0,25
Piracicaba	0,59	0,59	0,40	0,21	0,11	0,15	0,14	0,09	0,22	0,33	0,39	0,43	0,30	0,45	0,15
São Paulo (Luz)	0,54	0,53	0,41	0,19	0,13	0,14	0,16	0,10	0,17	0,30	0,31	0,40	0,28	0,41	0,15
Tatuí	0,53	0,53	0,45	0,25	0,24	0,18	0,19	0,17	0,24	0,32	0,35	0,37	0,32	0,42	0,21
ZONA II															
Araçatuba	0,56	0,53	0,43	0,16	0,09	0,12	0,09	0,08	0,22	0,29	0,37	0,39	0,28	0,43	0,13
Araraquara	0,56	0,53	0,41	0,15	0,07	0,12	0,10	0,06	0,16	0,31	0,38	0,45	0,27	0,44	0,11
Mineiros do Tietê	0,45	0,50	0,26	0,12	0,05	0,10	0,07	0,05	0,12	0,25	0,27	0,33	0,21	0,34	0,09
ZONA III															
Gália	0,40	0,45	0,28	0,13	0,07	0,12	0,09	0,05	0,15	0,17	0,24	0,27	0,20	0,30	0,10
Sulçã	0,43	0,43	0,34	0,13	0,09	0,11	0,10	0,07	0,18	0,24	0,26	0,31	0,22	0,33	0,11
ZONA IV															
Avaré	0,50	0,52	0,39	0,20	0,15	0,17	0,13	0,11	0,23	0,30	0,32	0,35	0,28	0,40	0,16
Itaberá	0,53	0,56	0,51	0,19	0,20	0,20	0,18	0,16	0,24	0,31	0,31	0,36	0,30	0,40	0,20
Paraguacu Paulista	0,46	0,49	0,34	0,11	0,12	0,12	0,10	0,08	0,19	0,21	0,28	0,28	0,23	0,35	0,12
Pôrto Tibiriçá	0,35	0,46	0,35	0,10	0,10	0,15	0,09	0,04	0,18	0,22	0,26	0,37	0,22	0,33	0,11
Regente Feijó	0,47	0,39	0,37	0,14	0,12	0,14	0,11	0,08	0,21	0,28	0,26	0,29	0,25	0,36	0,13
Salto Grande	0,27	0,34	0,19	0,11	0,07	0,12	0,11	0,06	0,12	0,17	0,15	0,18	0,16	0,22	0,10
Tejupá	0,66	0,68	0,51	0,26	0,25	0,35	0,25	0,16	0,30	0,37	0,45	0,51	0,39	0,53	0,26
Turvinho	0,54	0,62	0,46	0,27	0,21	0,20	0,21	0,24	0,33	0,39	0,41	0,43	0,36	0,47	0,24
ZONA V															
Ariri	0,59	0,56	0,53	0,37	0,38	0,32	0,37	0,29	0,46	0,42	0,45	0,47	0,43	0,50	0,36
Eldorado	0,62	0,69	0,54	0,40	0,29	0,31	0,28	0,24	0,37	0,48	0,42	0,53	0,43	0,55	0,31
Iguape	0,50	0,53	0,43	0,32	0,31	0,33	0,27	0,27	0,34	0,47	0,39	0,37	0,38	0,45	0,31
Juquiá	0,53	0,59	0,45	0,31	0,27	0,25	0,28	0,35	0,35	0,47	0,36	0,35	0,38	0,46	0,30
Ubatuba	0,76	0,61	0,75	0,68	0,63	0,65	0,58	0,58	0,55	0,67	0,68	0,70	0,65	0,70	0,61
ZONA VI															
Bananal	0,64	0,55	0,42	0,29	0,17	0,18	0,14	0,10	0,19	0,39	0,46	0,58	0,34	0,51	0,18
Cunha	0,59	0,57	0,52	0,23	0,16	0,14	0,16	0,11	0,20	0,37	0,42	0,39	0,32	0,47	0,16
Natividade	0,66	0,59	0,50	0,33	0,23	0,21	0,20	0,19	0,22	0,42	0,44	0,56	0,38	0,53	0,23
Pindamonhangaba	0,61	0,58	0,48	0,30	0,14	0,16	0,12	0,09	0,19	0,40	0,40	0,57	0,34	0,50	0,17
ZONA VII															
Adolfo Pinto	0,42	0,41	0,33	0,03	0,04	0,02	0,02	0,02	0,08	0,18	0,29	0,33	0,19	0,33	0,04
Piraçununga	0,45	0,45	0,33	0,12	0,05	0,06	0,05	0,03	0,14	0,25	0,28	0,26	0,20	0,33	0,07
Ribeirão Preto	0,59	0,58	0,49	0,19	0,07	0,07	0,08	0,06	0,22	0,33	0,43	0,50	0,30	0,49	0,11
ZONA VIII															
Onda Verde	0,56	0,54	0,41	0,15	0,07	0,07	0,07	0,04	0,11	0,29	0,41	0,39	0,26	0,43	0,05
Pindorama	0,47	0,46	0,35	0,13	0,05	0,14	0,07	0,04	0,13	0,21	0,34	0,36	0,23	0,37	0,09

(1) — Quociente do número médio dos dias com chuva, pelo número de dias (do mês, ano ou semestre).

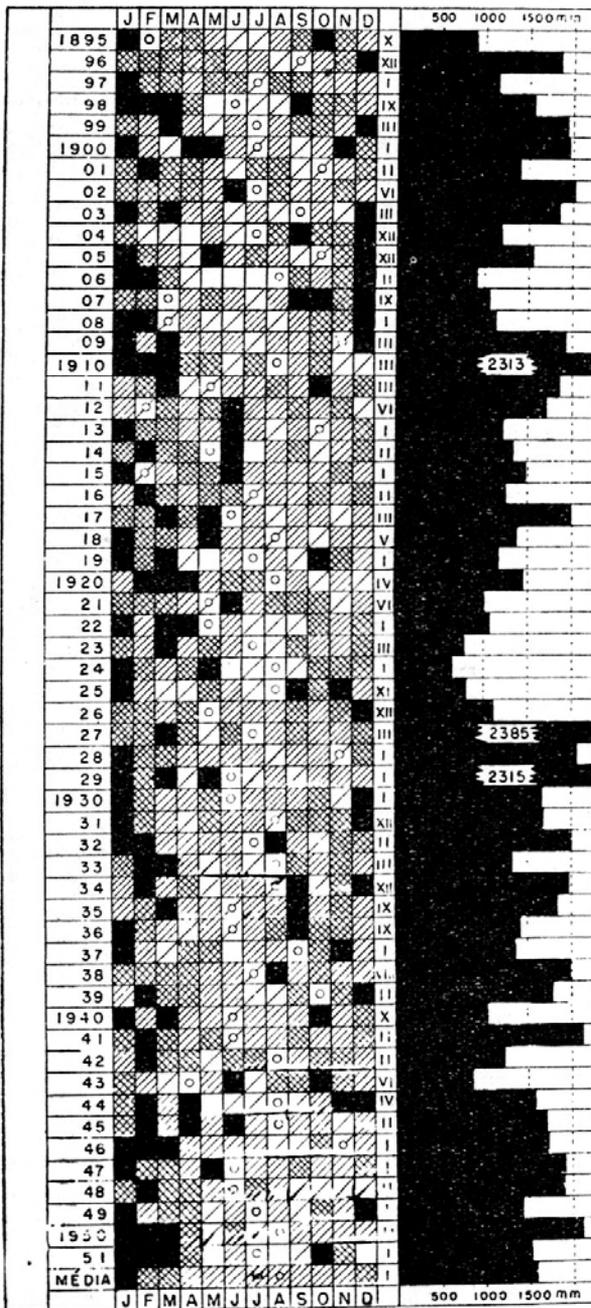


FIGURA 15. — Pluviograma de Iguape, Zona V. Alt. 3m, Lat. 24° 42' S, Long. 47° 32' W. Os números em algarismos romanos indicam o mês mais chuvoso de cada ano. Ver legenda na figura 14-B.

Visto o período das observações para os vários postos não ser uniforme, resultam diferenças consideráveis no número de anos e observações. Ao lado de séries muito longas e completas como Paranapiacaba e Iguape, existem algumas bastante curtas, como Avanhandava e Pôrto Tibiriçá, e outras interrompidas, como Ribeirão Preto e Franca. Foram tomados para representações em pluviogramas, postos representativos de tôdas as zonas do Estado de São Paulo, distintas do ponto de vista climatológico. A distribuição geográfica está representada na figura 14-A. A distribuição porcentual das precipitações em Iguape, posto representativo do litoral sul de São Paulo, permite tirar conclusões muito interessantes sôbre os componentes das precipitações desta estação, mais exposta à atividade dos ciclones sulinos. Por intermédio do pluviograma, verifica-se a baixa uniformidade da distribuição das chuvas na região, o que se dá, também em outros pontos do litoral. (fig. 15).

Além de reforçar o que já foi mostrado a respeito das distribuições das chuvas no Estado, êste método de representação revela novos pontos de vista. Um quociente de oscilação da precipitação anual, de 3,66, que é bastante alto para esta parte do globo, situada próxima ao oceano aberto, permite verificar a instabilidade das precipitações dos diversos anos. Por sua vez, a distribuição sazonal não é tão variável em nenhum dos

postos detalhadamente estudados, como o observado em Iguape. Presume-se naturalmente, que as observações tenham sido realizadas com relativa precisão e que durante todos os anos não ocorreram maiores heterogeneidades.

Em Iguape é evidente a grande variabilidade do mês mais úmido. Com exceção de julho, entre 1895 e 1951, todos os meses do ano já foram, ao menos uma vez, o mais chuvoso. Para o mês mais sêco a variabilidade já não é tão grande. Esta ocorrência nunca se deu no mês de dezembro nem no de janeiro (o desvio da média desta longa série de observações, com relação ao registrado no mapa (fig. 13), deve ser um efeito do curto espaço do período de 1941 a 1951, adotado para tôdas es estações). É digno de nota que o período principal de chuva, que aparece na média, poucas vêzes é observado nos cursos reais dos anos individuais. Podemos mesmo constatar anos com duas a três estações chuvosas. É isto uma amostra do quanto é difícil definir o clima de uma região, situada na zona de transição, baseando-se em valores médios.

O caso é diferente na estação serrana de Paranapiacaba (fig. 16). Aqui evidencia-se, no pluviograma de 1889 a 1951, uma instabilidade algo menor, comparada à de Iguape. O quociente anual da chuva baixou para 1,98. O mês mais úmido varia entre agosto e maio, isto é, não ocorrendo apenas em junho e julho. O mês mais sêco nunca recaiu em outubro, novembro e janeiro. Curiosamente, em 1934 o mês de dezembro, que comumente é o mais rico em chuva, foi nesse ano o mais pobre.

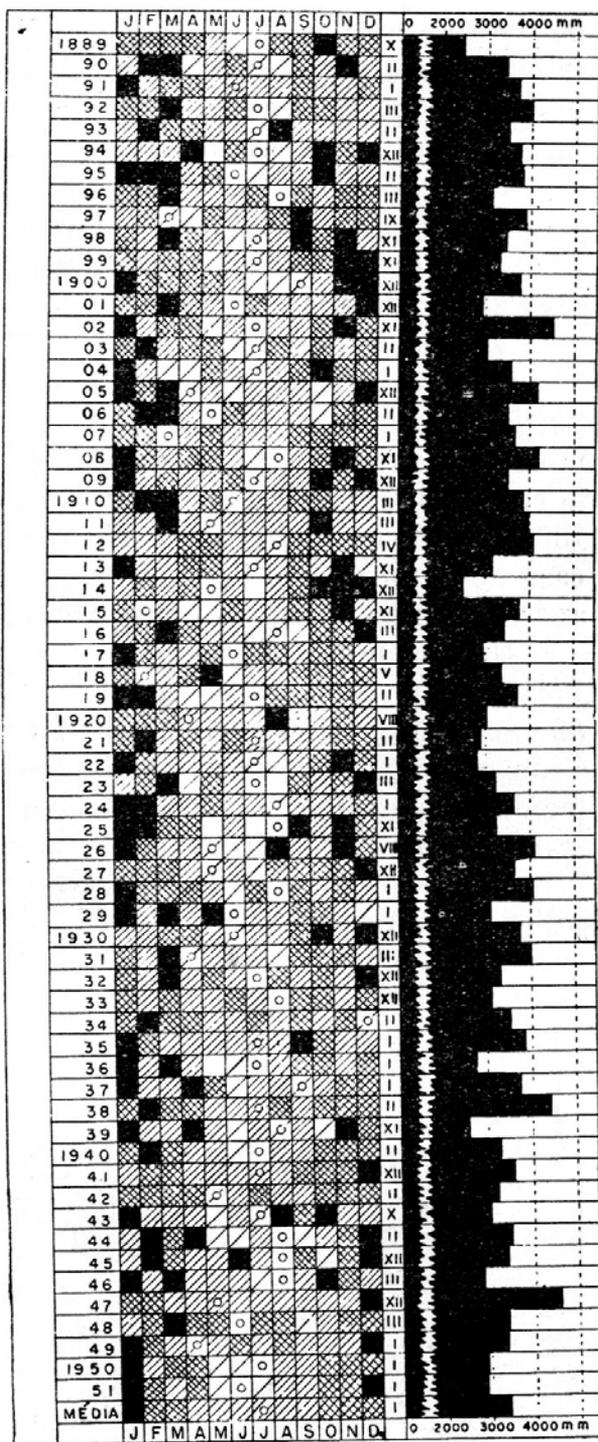


FIGURA 16. — Pluviograma de Paranapiacaba, Zona I. Alt. 794 m, Lat. 25° 25' S, Long. 46° 25' W.

agosto e maio, isto é, não ocorrendo apenas em junho e julho. O mês mais sêco nunca recaiu em outubro, novembro e janeiro. Curiosamente, em 1934 o mês de dezembro, que comumente é o mais rico em chuva, foi nesse ano o mais pobre.

Em linhas gerais, é possível reconhecer nos meses de inverno um período de seca mais prolongado. As chuvas são mais regularmente distribuídas e o período principal de chuva, pròpriamente dito, é aqui mais pronunciado (no que se refere à diferença com relação ao valor médio, serve o que foi mencionado para Iguape).

Com exceção de julho, em Paranapiacaba cada mês do ano mostrou-se pelo menos uma vez, úmido com mais de 12,5% das precipitações anuais. Enquanto êste fenômeno em Iguape ocorreu oito vêzes nos meses de junho, em Paranapiacaba durante o período de observações foi constatado apenas uma vez, em junho de 1945.

É ainda notável a diferença com relação a novembro, entre Iguape e Paranapiacaba. Em Iguape, apenas em quatro anos novembro mostrou-se muito úmido e em três anos foi o mês mais sêco. O caso é bastante diferente em Paranapiacaba, se deixarmos de margem as observações anteriores a 1895, a fim de obter um período que coincida com o de Iguape. Nesse caso novembro é, em doze vêzes, um mês muito úmido, tendo sido em sete anos o mês mais chuvoso dos anos correspondentes.

Uma comparação breve com os dados de Santos (período de 1910 a 1951), como estação base em relação à de Paranapiacaba, permite reconhecer bem as diferenças na distribuição. O quociente da oscilação anual é um pouco mais elevado em Santos, mas a dispersão dos componentes estacionais é, em Paranapiacaba, como estação de altitude, consideravelmente maior do que em Santos. Nesta localidade o mês mais chuvoso ocorre no período de outubro a maio, escasseando, pois, nos quatro meses de junho, julho, agosto e setembro. Em Santos não ocorrem meses muito úmidos no período de maio a setembro. É perfeitamente evidenciada a influência da altitude nessa comparação entre Santos e Paranapiacaba. Fenômenos desta natureza certamente poderiam ser encontrados em outros pontos da Serra do Mar, se houvessem postos de observação.

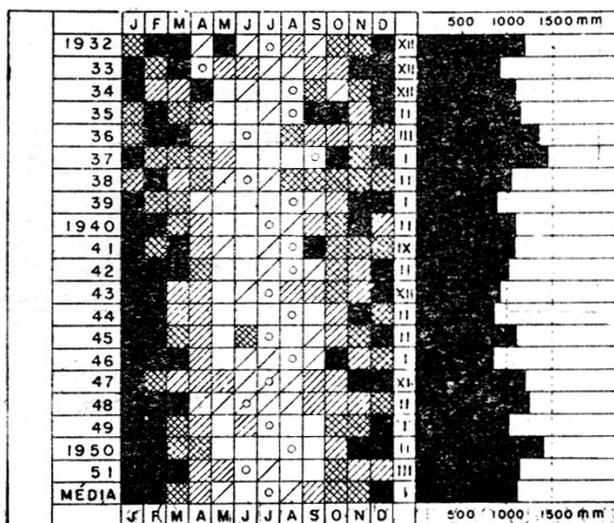


FIGURA 17. — Pluviograma de Pindamonhangaba, Zona VI. Alt. 552 m, Lat. 23° 55' S, Long. 45° 25' W.

Da região do Vale do Paraíba, algo isolado sob o ponto de vista climático, existe apenas um pluviograma, de período relativamente curto (1932-1951), representativo de Pindamonhangaba (fig. 17). Nesta estação, que pode representar tôda a região entre a Serra da Mantiqueira e a do Mar, observamos de início uma constância bastante grande na distribuição das precipitações. O mês mais úmido oscila entre dezembro e março, com apenas uma exceção (setembro de 1941). O mês mais sêco também é muito mais estável, em contraste com as estações do litoral, oscilando entre

abril e setembro. Neste ponto, entretanto, devemos chamar a atenção para o número muito menor de anos analisados, em consequência da menor série de observações. Mas uma comparação com os anos a partir de 1932, entre essa estação e Paranapiacaba, permite reconhecer perfeitamente a diferença e mostrar a maior estabilidade na incidência dos períodos de seca e de chuva.

Comportamento semelhante ao de Pindamonhangaba é observado em Campinas, para onde existe uma série mais longa (1890-1951 — fig. 18), e onde tanto o período de chuvas como o de seca é bem destacado. Entre outubro e março fica sempre o mês mais úmido. Isto significa que ele cai sempre em um mês do período de chuva propriamente dito. Um idêntico comportamento podemos também constatar para os meses mais pobres em chuvas, que ficam situados sempre dentro do semestre seco, com uma única exceção, em outubro de 1913.

Uma observação muito interessante é o fato de que nunca ocorreu um mês úmido em maio, julho ou agosto durante todos os anos de 1890 a 1951. Não obstante, é possível observar esse fenômeno algumas vezes no mês de junho. Pela distribuição geral das chuvas, pode-se reconhecer, em muitos anos, o pequeno período de chuva hibernal.

Para definição do pequeno período de chuva hibernal, devem prevalecer os seguintes critérios: a) início depois de abril; b) ter pelo menos um mês mais seco antes e depois deste período chuvoso, a fim de que o mesmo fique bem evidenciado; c) não é necessário levar em consideração as quantidades absolutas de chuva, mas apenas os valores relativos.

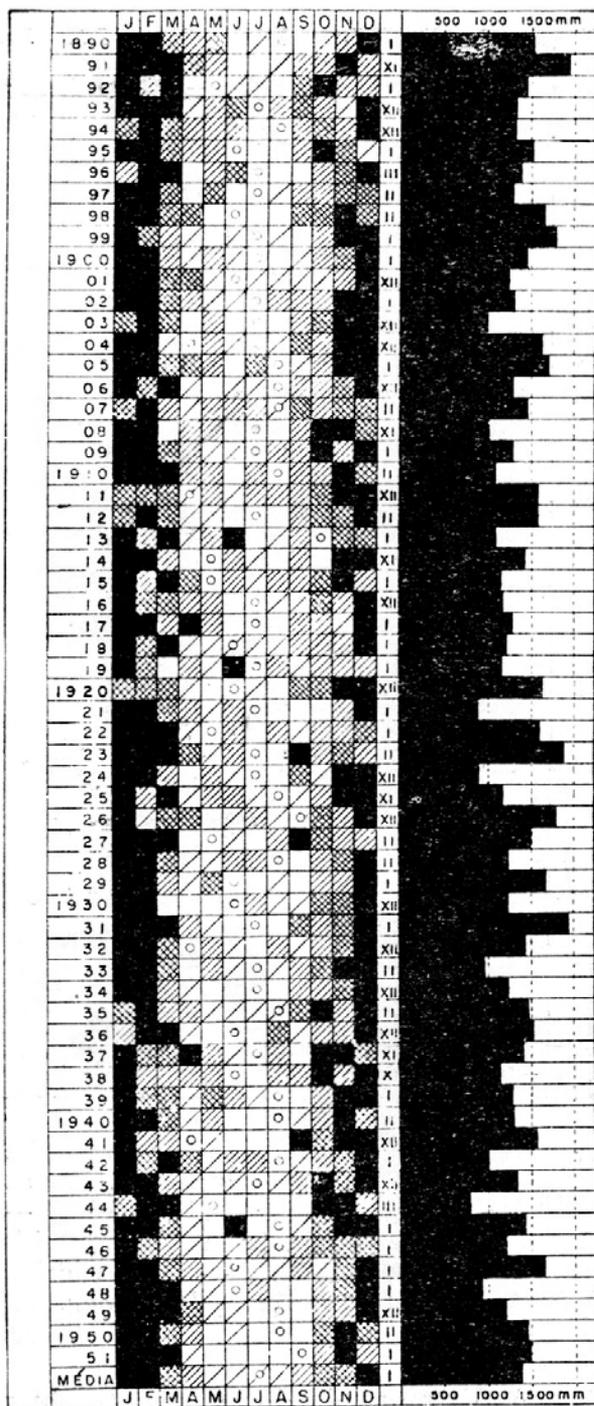


FIGURA 18. — Pluviograma de Campinas, Zona I. Alt. 665 m, Lat. 22° 55' S, Long. 47° 05' W.

O pluviograma de Tatuí (fig. 19-A) não apresenta diferença considerável na distribuição estacional. Também aqui há uma dispersão pequena do ponto de vista da situação, do mês mais úmido como também do mais sêco. O número dos anos disponíveis, infelizmente, é muito reduzido para permitir conclusões mais consistentes como foi possível, por exemplo, para Campinas.

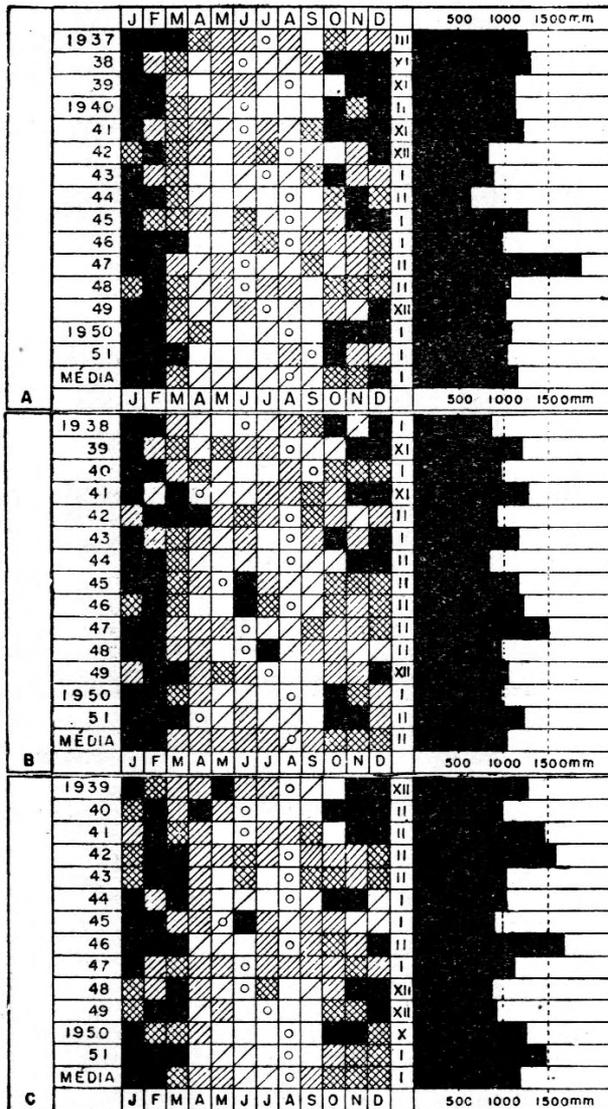


FIGURA 19. — Pluviogramas de postos das Zonas I e IV. A — Tatuí. Alt. 590 m, Lat. 23° 21' S, Long. 47° 51' W. B — Salto Grande. Alt. 386 m, Lat. 20° 54' S, Long. 49° 59' W. C — Pôrto Tibiriçá. Alt. 265 m, Lat. 22° 50' S, Long. 52° 10' W.

Na região da alta Sorocabana, pôsto de Salto Grande (fig. 19-B) próximo ao limite com o Estado do Paraná, é possível fazer considerações bem interessantes, apesar do pequeno número de anos de observações. O mês mais chuvoso, para o período entre 1938 e 1951, situa-se apenas no período de novembro a fevereiro e o mês de precipitação menor varia, por sua vez, de abril a setembro. Em quase todos os anos dessa série curta, o pequeno período de chuvas hibernais se torna bastante reconhecível.

Não tão bem determinada é a distribuição porcentual das precipitações na parte ocidental do Estado de São Paulo, representada por Pôrto Tibiriçá (fig. 19-C). Infelizmente a série de observações nesse pôsto é muito curta (1939-1951), de modo que não é possível tirar informações consistentes. Contudo, é possível reconhecer pelo pluviograma que a fixação dos meses mais sêcos e mais úmidos apresenta pouca dispersão em sua distribuição sazonal, e que em alguns anos os meses de inverno não são tão sêcos como se poderia esperar de uma simples consideração dos valores médios.

A distribuição dos meses de chuva e de sêca nas regiões do Noroeste e Norte do Estado é, em geral, menos variável. Tanto na série mais longa, de Ribeirão Prêto (1904-1928 e 1936-1951, fig. 20) como também na de Franca (1909-1951, fig. 21), a ocorrência do mês mais úmido está entre

novembro e março, portanto, apenas durante o espaço de cinco meses. Em Campinas, situada mais ao sul, essa ocorrência abrange um período de seis meses. O mês mais sêco distribuiu-se em Franca entre maio e setembro, com o acúmulo nítido em junho e agosto, com 14 e 15 casos, respectivamente.

Em Ribeirão Preto o mínimo de precipitação já ocorre em abril, podendo se dar em qualquer mês do período de abril a setembro com predominância para julho, em 13 casos, e agosto em 10 casos. Deve-se notar, contudo, que o período das observações difere algo daquele de Franca. O pequeno período hibernal quase não aparece em ambas as estações. Muito semelhantes são as condições dos outros dois pontos desta região, Onda Verde (1938 a 1951, fig. 22-A) e Avanhandava mais ao leste (1939 a 1951, fig. 22-B).

Uma comparação desses pluviogramas com aqueles de Franca e Ribeirão Preto não é possível, em consequência dos períodos de observações serem diferentes. Contudo, em linhas gerais, em anos correspondentes, os dados se comparam muito bem.

O pluviograma de Chibarro (Araraquara) (fig. 23), apresenta a transição para a região com o período de chuva hibernal pequeno, porém ainda acentuado.

Em um breve resumo das nomenclaturas usadas para os pluviogramas teríamos ainda que dizer que as expressões: **mês muito sêco**, **sêco**, **úmido** e **muito úmido** se relacionam com a quantidade anual de chuva, e não com a ação fisiológica da chuva sobre a planta.

A diferença, em parte existente, entre os diversos pluviogramas e principalmente da série de observações mais longas, com as médias resumidas do mapa da figura 13, se deve em parte às observações de duração variável. Além disso, observa-se também, nos últimos anos, uma intensifi-

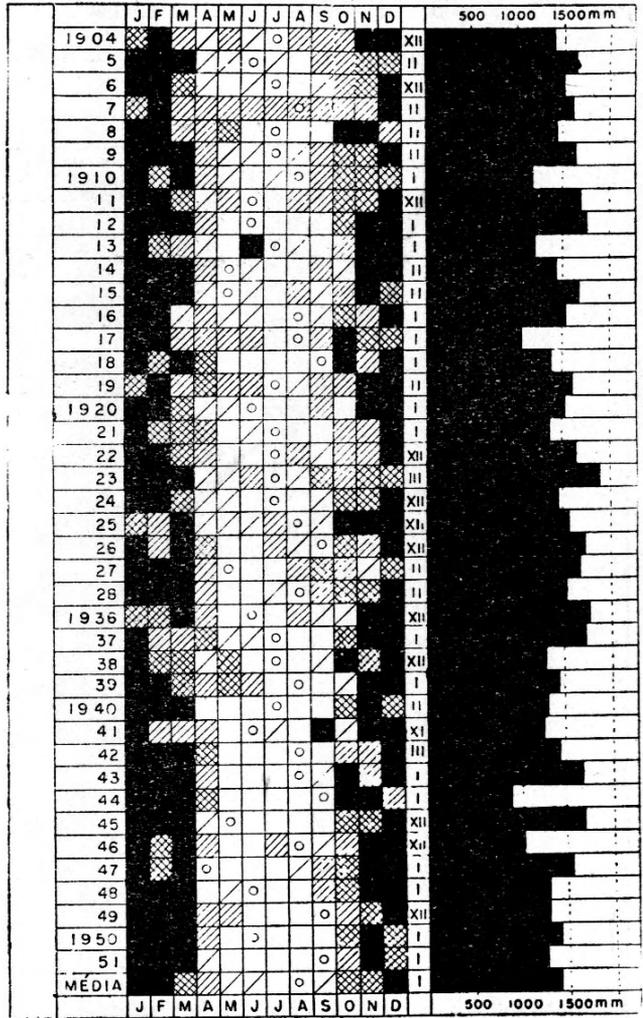


FIGURA 20. — Pluviograma de Ribeirão Preto, Zona VII. Alt. 518 m, Lat. 21° 11' S, Long. 47° 51' W.

cação para as características do pequeno período de chuvas hibernais, bem como uma pequena variação do mês mais úmido.

Os valores médios para o mês mais rico em chuvas e, análogamente, para o mais pobre, não foram determinados pela freqüência dos dados no período escolhido, mas sim pela precipitação média mensal. Os valores médios para os meses, em geral, foram também calculados pela média aritmética e não pela freqüência dos dados dos meses respectivos.

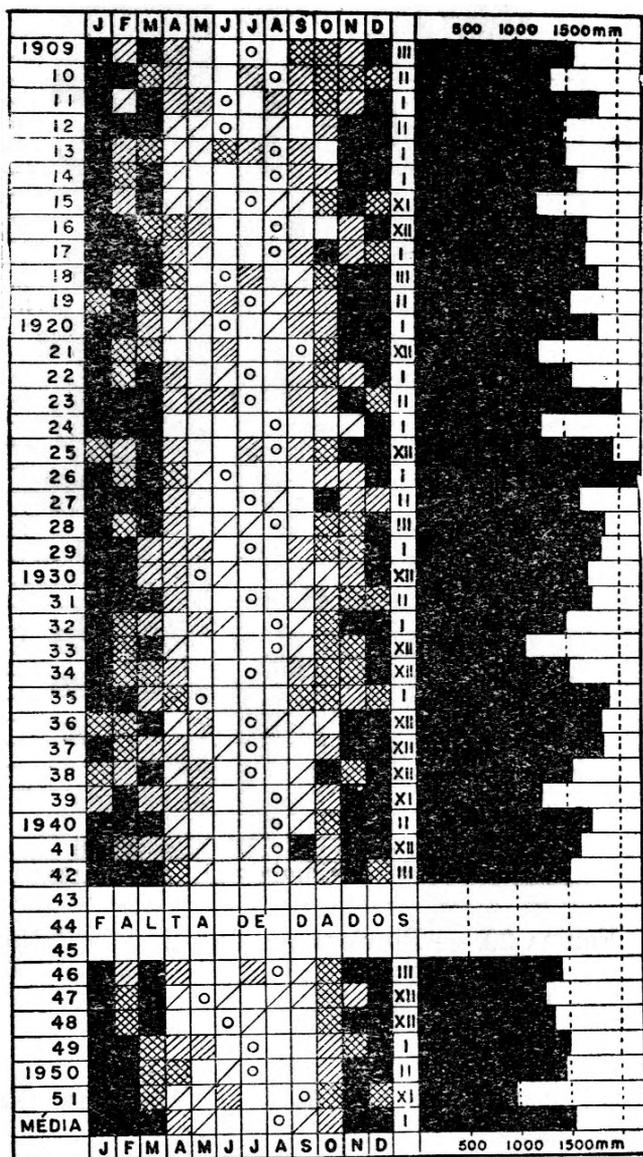


FIGURA 21. — Pluviogramas de Franca, na alta Mogiana, Zona VII. Alt. 995 m. Lat. 20° 32' S, Long. 47° 23' W.

Este quociente da oscilação depende muito da duração do período de observação, aumentado, segundo Köppen (17), em 10% com a duplicação do período. O quadro 5 trás os quocientes de oscilação anuais para diversas localidades do Estado.

Se durante um ano houve vários meses livres de precipitação (caso êsse que ocorre freqüentemente no norte do Estado) apenas o último dos meses sem precipitação recebe a designação de mais sêco, visto que no término de um período de sêca de longa duração os prejuízos fisiológicos são naturalmente maiores nesses meses.

4.6.2 — QUOCIENTE DE OSCILAÇÃO

É de interêsse prático conhecer a extensão da oscilação entre a maior e menor quantidade de precipitação anual em um determinado lugar. Êsse limite de oscilação fornece um bom critério, sobretudo para o Estado de São Paulo, para o conhecimento da estabilidade da precipitação para uma classificação do clima.

Para a caracterização dos extremos da chuva anual, nas várias regiões, demonstrou-se ser bastante adequado adotar o quociente da divisão da precipitação máxima pela precipitação mínima ocorrida no período considerado. Êste quociente

A duração variável do período de anos de observação dificulta uma boa comparação dos quocientes de oscilação dos diversos postos. Aproveitamos, por conseguinte, apenas os postos dos quais existiam séries mais longas (fig. 24).

Pela relação dos quocientes de oscilação fica evidente que, do sul para o norte e da costa para o interior, se verifica uma redução no quociente. Por outro lado, encontram-se no interior do Estado, em dois postos (Botucatu e Ibitinga), quocientes de oscilação anual que ficam inexplicavelmente muito altos, não podendo ser introduzidos em nenhum esquema de distribuição de modo normal. Não é possível saber se esse comportamento é normal ou se é resultado de erros de medição em anos anteriores.

A redução do quociente de oscilação para um período mais curto apresenta apenas um valor teórico, permitindo a comparação da instabilidade das chuvas do Estado de São Paulo. Usando um fator de autoria de Birkeland e Frogner, indicado por Conrad (6), os quocientes de oscilação foram reduzidos para um período de observação de 10 anos.

A representação dos quocientes mensais de oscilação deve ser calculada de modo um

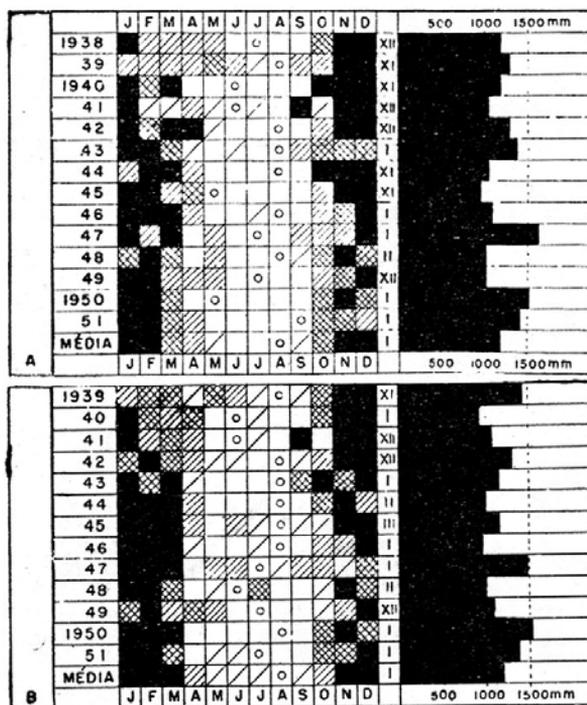


FIGURA 22. — Pluviogramas de postos do noroeste do Estado, Zonas II e VIII. A — Onda Verde. Alt. 537 m, Lat. 21° 35' S, Long. 49° 15' W. B — Avanhandava. Alt. 416 m, Lat. 22° 25' S, Long. 50° 55' W.

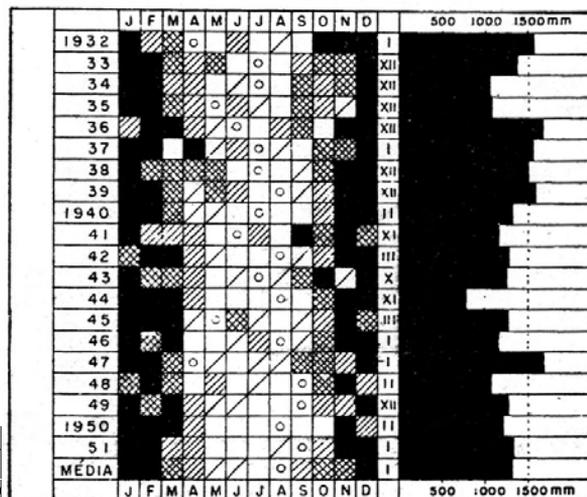


FIGURA 23. — Pluviograma de Chibarro, no município de Araraquara, Zona II. Alt. ± 650 m, Lat. 21° 50' S, Long. 48° 03' W.

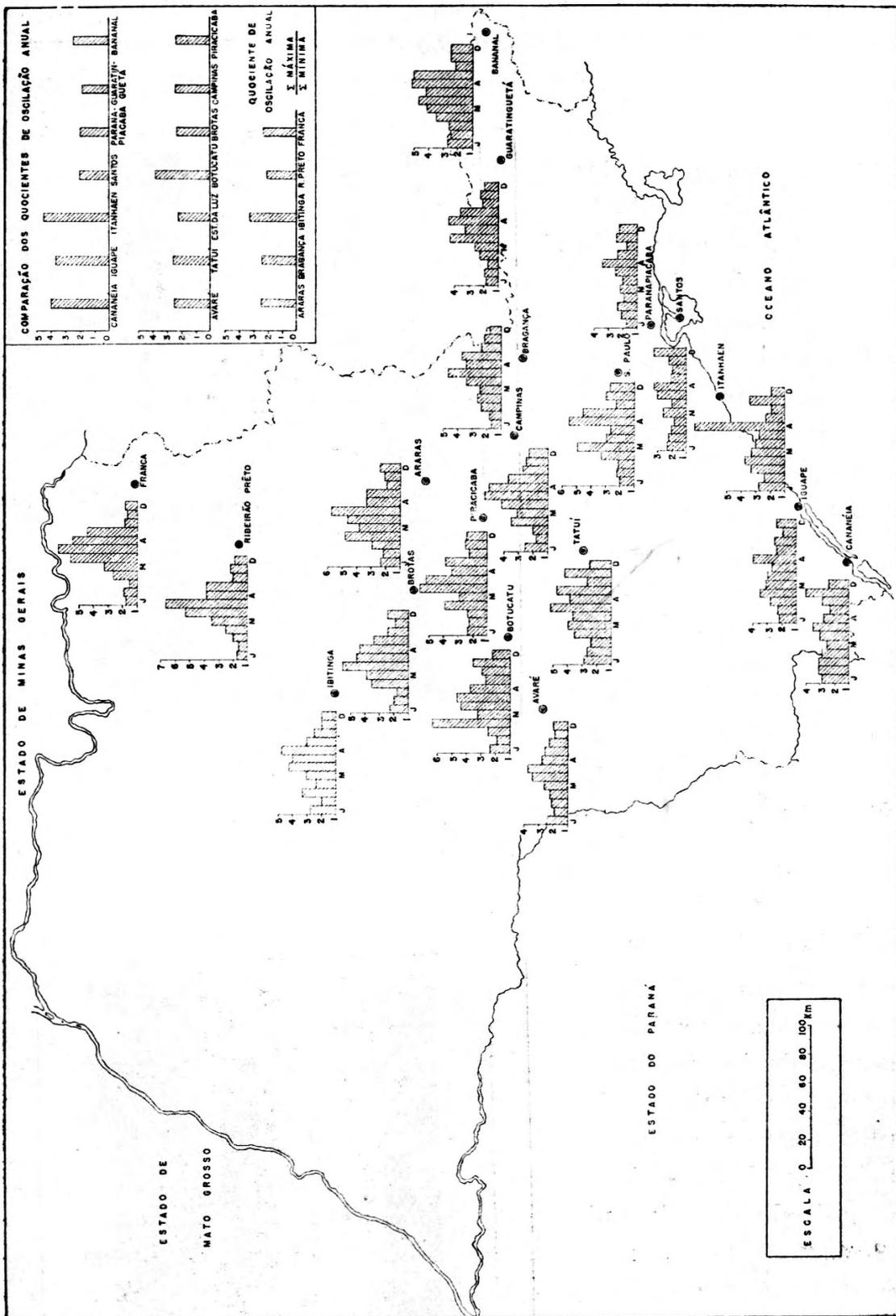


FIGURA 24. — Marchas anuais dos quocientes de oscilação mensal da precipitação, para distintas regiões do Estado de São Paulo, relativas ao período de 1941 a 1951. Ao alto, à direita, são apresentados os quocientes de oscilação anual, para as mesmas regiões. Os quocientes mensais foram calculados dividindo-se a precipitação máxima pela média mensal.

QUADRO 5. — Quocientes de oscilação das precipitações anuais para várias localidades do Estado, relativos aos respectivos períodos de observação e reduzidos para um período de dez anos pelo método de Birkeland e Frogner (6)

Localidade	Períodos de observação	Quocientes de oscilação	Quocientes de oscilação reduzidos para 10 anos
ZONA I			
Botucatu	1898-1931 e 38-51	3,72	2,59
Bragança	1890-1923	2,36	1,73
Brotas	1901-1932 e 36-51	2,35	1,63
Campinas	1890-1951	2,38	1,57
Paranapiacaba	1889-1951	1,98	1,31
Piracicaba	1903-1951	2,25	1,55
São Paulo (Luz)	1888-1951	2,22	1,47
Tatuí	1888-1921 e 36-51	2,46	1,64
ZONA II			
Ibitinga	1902-1920 e 40-51	3,18	2,40
ZONA IV			
Avaré	1925-1951	2,55	1,89
ZONA V			
Cananeia	1902-1935 e 39-51 (1)	4,03	2,87
Iguape	1895-1951	3,66	2,44
Itanhaém	1904-1945 e 48-51	4,68	3,28
Santos	1910-1951	2,11	1,50
ZONA VI			
Bananal	1910-1932 e 38-51	2,46	1,80
Guaratinguetá	1938-1951	1,88	1,71
ZONA VII			
Araras	1902-1907, 10-34 e 37-45	2,46	1,76
Franca	1909-1942 e 46-51	2,29	1,63
Ribeirão Preto	1904-1928 e 36-51	2,08	1,49

1) Excluindo-se os anos de 1927, 1928 1931 1932 e 1949

pouco diferente, visto que em muitos casos a mínima mensal baixa até zero (milímetros). O quociente tornar-se-ia, então, infinito. A fim de manter o valor numérico dentro de um limite razoável, o quociente de oscilação foi obtido dividindo-se o máximo ocorrido em todo o período, para cada mês, pela precipitação média mensal.

As oscilações nos meses do período de chuva são menores, em todos os postos, que a referente ao período da seca (quadro 6). Enquanto o quociente da oscilação anual aumenta da costa para o interior, a marcha da oscilação mensal é exatamente o inverso. No interior observam-se, principalmente na estação seca, quocientes muito mais elevados do que na proximidade da costa. Não é possível, contudo, fazer a mesma observação, relativamente ao período de chuva de verão, conforme mostram o mapa da figura 24 e o quadro 6, que se baseiam nos valores não reduzidos.

QUADRO 6. — Quociente de oscilação das precipitações mensais, para os períodos mencionados no quadro 5, relativos a varias localidades das quais existem series longas (1)

Pósto de observação	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agósto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
ZONA I												
Botucatu	2,51	2,11	2,65	6,42	3,40	4,57	5,09	3,81	2,74	3,04	3,67	2,30
Bragança	1,74	1,87	2,34	2,66	2,57	3,38	4,72	3,47	3,77	2,35	2,07	1,77
Brotas	2,48	2,16	1,98	3,69	4,16	5,64	4,59	4,44	3,55	2,49	2,09	2,50
Campinas	2,63	1,82	2,15	3,52	3,16	4,27	5,25	5,03	3,62	2,60	2,47	2,22
Paranapiacaba	1,69	2,15	2,44	1,88	2,22	2,17	2,58	3,48	2,38	1,73	2,50	2,86
Piracicaba	2,38	2,28	2,37	4,00	3,07	5,78	5,35	3,42	3,84	2,31	2,58	2,43
São Paulo (Luz)	2,04	2,24	2,00	3,23	4,95	2,98	2,59	5,52	4,58	2,18	2,88	2,66
Tatuf	2,92	2,62	2,54	3,51	4,06	3,75	5,24	3,96	4,82	2,75	4,26	2,55
ZONA II												
Ibitinga	2,88	2,16	3,43	2,55	3,24	4,42	4,18	4,82	3,17	2,69	2,13	2,10
ZONA IV												
Avaré	2,48	3,06	2,19	2,38	2,76	3,52	3,84	4,91	2,75	2,30	1,98	2,05
ZONA V												
Cananea	2,94	3,03	3,03	2,93	2,24	3,00	3,43	2,70	2,31	2,97	4,07	2,44
Iguape	2,23	2,36	2,69	3,52	3,15	3,06	2,77	4,05	2,38	2,50	2,09	2,53
Itanhaem	2,88	2,31	3,29	3,71	3,33	3,08	2,70	7,30	2,36	1,96	3,59	2,00
Santos	2,37	2,35	2,03	1,86	2,61	2,09	3,06	3,25	2,06	1,96	2,23	3,23
ZONA VI												
Bananal	2,71	2,49	2,55	3,51	4,17	4,61	4,17	5,09	5,02	2,09	2,40	2,41
Guaratatingueta	1,84	1,92	1,74	2,38	2,76	4,39	3,35	4,55	3,71	2,10	2,21	1,93
ZONA VII												
Araras	2,47	2,31	3,02	5,09	4,05	4,88	5,90	3,46	3,51	2,04	2,17	2,52
Franca	1,94	1,98	1,69	2,73	3,40	5,62	6,44	5,20	4,20	1,81	1,69	1,85
Ribeirão Preto	1,76	1,65	2,08	2,51	3,44	5,30	6,72	3,88	3,89	1,98	2,16	2,10

(1) Os quocientes de oscilação mensais foram calculados dividindo-se as precipitações máximas ocorridas em cada mês pelas respectivas médias mensais da precipitação.

ANNUAL RAINFALL DISTRIBUTION IN THE STATE OF SÃO PAULO

SUMMARY

The annual rainfall distribution in São Paulo was studied based on data collected at 249 rainfall stations scattered throughout the state (see map for localization of stations). Most of the data resulted from observations carried out during a period of 10 years, but data for longer periods, available for certain stations, were used for comparisons.

According to the annual rainfall pattern, the state of São Paulo was divided in the following areas: 1) the coastal region, including S. Sebastião, Santos, Iguape, and Alto do Ribeira; 2) the plateau region (Planalto Paulista) comprehending the area between the Serra do Mar and the Paraná River; 3) the Mantiqueira Range and its adjacent area; 4) the Paraíba River Valley area with its specific rainfall pattern. Since this paper is intended primarily for agricultural use, the isohyets in the map were represented at intervals of 100 mm between 1000 and 1500; outside this range only the 1700, 2000, and 3000 isohyets were traced.

The rainfall profile from Iguape to the Rio Grande, and from the state of Paraná to the Minas Gerais indicated that total rainfall and its seasonal distribution vary from the coast to the inland, and from Paraná to Minas Gerais. In both profiles the boundaries of the areas with a small winter rainfall were marked.

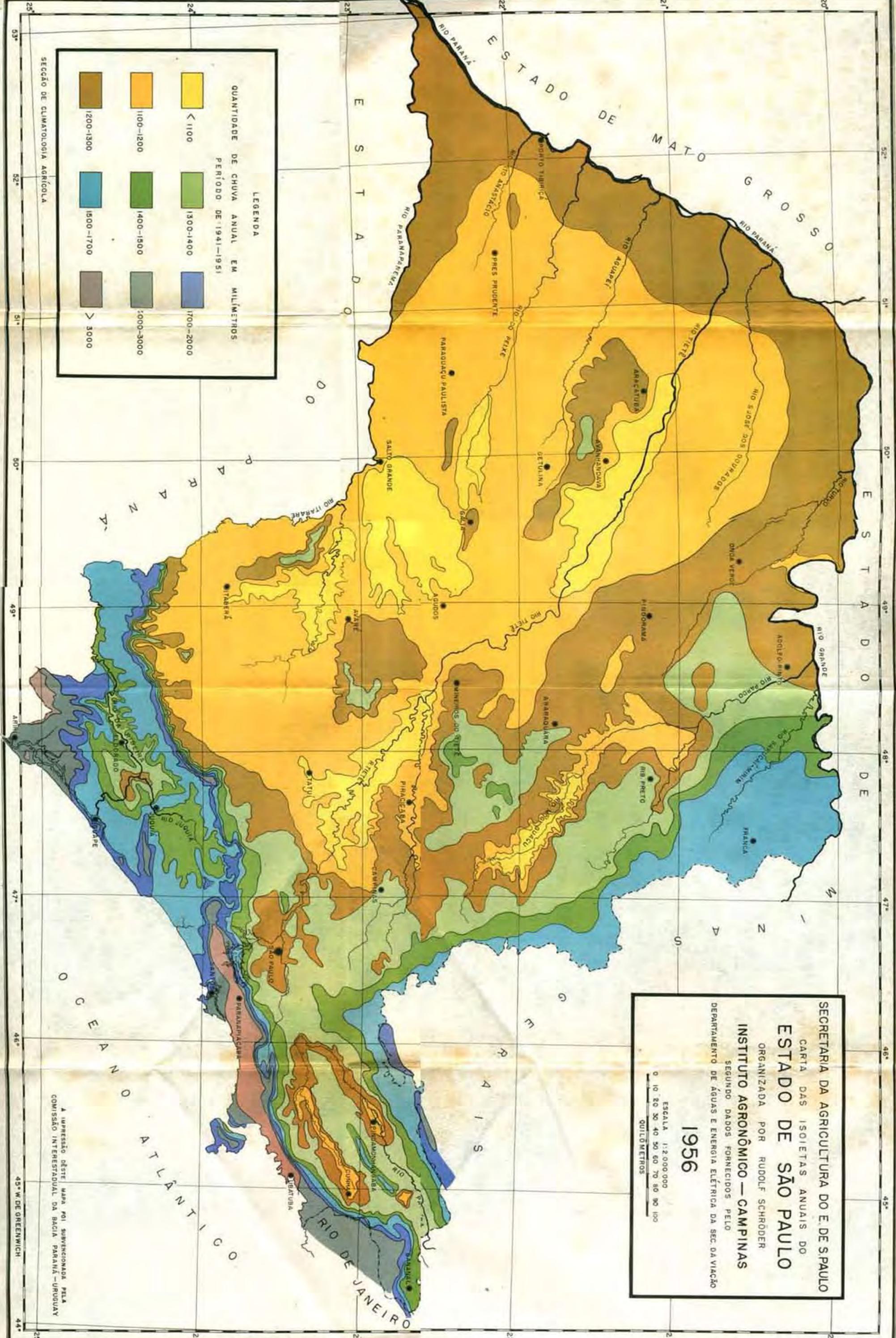
The number of rainy days, the rainfall density, and the probable rainfall pattern for 30 stations chosen for the high reliability of the collected data were analysed, as well as the quotient of variation between the highest and lowest annual rainfall.

LITERATURA CITADA

1. **BERGERON, TOR.** Über den Mechanismus der ausgiebigen Niederschläge. Ber. dtsh. Wetterdienstes US-Zone 2(12):225-232. 1949/50.
2. **BERRY, F. A. (júnior), BOLLAY, E. & BEERS, NORMAN R.** Handbook of Meteorology. New York, McGraw-Hill Book Co., Inc., 1945. ix, 1.068 p.
3. Brasil, Ministério da Agricultura. Serviço de Meteorologia. Normas climatológicas. Rio de Janeiro, Imprensa nacional, 1942. ix, 167 p.
4. Brasil. Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo. Instituto geográfico e geológico. Alturas pluviométricas — Cidade de São Paulo — 1888-1940. Bol. pluviomét. 1:1-133. 1941.
5. **CAMARGO, A. PAES DE.** Instruções sumárias sobre as culturas econômicas do Estado de São Paulo. Campinas, Instituto agrônômico, 1953. 32 p. (Boletim N.º 45)
6. **CONRAD, V.** Die klimatologischen Elemente und ihre Abhängigkeit von terrestrischen Einflüssen. Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1936. xii, 556 p. (Handbuch der Klimatologie Bd. 1, B).
7. **DAMMANN, W.** Die Dynamische und statische Komponente im jährlichen Gang der Niederschläge in Nordwestdeutschland. Ber. dtsh. Wetterdienstes US-Zone 2(12):252-256. 1949/50.

8. Estados Unidos. Army Air Forces. Headquarters study of length of record needed to obtain satisfactory summaries for various meteorological elements. Washington D.C., Weather Informations Branch, 1943. (Rep. N.º 588) [Original não consultado; extraído de Landsberg, H. E. & Jacobs, W. C. Applied Climatology. In Compendium of Meteorology. Baltimore, Waverly Press Inc., 1951. p. 976-992.
9. FLOHN, H. Neue Anschauungen über allgemeine Zirkulation der Atmosphäre und ihre klimatische Bedeutung. Erdkunde 4:141-162. 1950.
10. GRUNOW, J. Nebelniederschlag. Ber. dtsh. Wetterdienstes US-Zone 7(42): 30-34. 1952
11. GUIMARÃES, FABIO DE MACEDO SOARES. Divisão regional do Brasil. Bol. geogr. 6:962-965. 1948.
12. HEYER, E. Über den Monsun. Z. Met. 6:38-40. 1952.
13. KLEINSCHMIDT, E. Niederschlagsmessung. In Kleinschmidt, E., ed. Handbuch der Meteorologischen Instrumente. Berlin, Julius Springer, 1935. p. 237-287.
14. KNOCH, K. Betrachtungen zum Jahresgang der Niederschläge in Deutschland. Petermanns geogr. Mitt. 90:[74]-77. 1944.
15. ——— Klimakunde von Südamerika. Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1930. vii, 349 p. (Handbuch der Klimatologie Bd. 2,G)
16. ——— Weltklimatologie und Heimatklimakunde. Met. Z. 59:245-248. 1942.
17. KÖPPEN, W. Die Schwankungen der jährlichen Regenmenge. Met. Z. 45: [281]-291. 1928. [Original não consultado; extraído de Conrad (6)]
18. LAUTENSACH, H. Die Niederschlagshöhen auf der Iberischen Halbinsel. Petermanns geogr. Mitt. 95:145-160. 1951.
19. LEFÈVRE, WALDEMAR. Instruções destinadas aos observadores dos postos pluviométricos. (São Paulo), Instituto geográfico e geológico — Serviço de Hidrografia, 1943. 19p.
20. MAACK, REINHARD. Notas preliminares sobre clima, solos e vegetação do Estado do Paraná. Arch. Biol., Curitiba 3:99-200. 1948 (Separata)
21. OLIVEIRA, A. LEME DE. Observatório astronômico e meteorológico. Bol astr. geofís. 1:12. 1928.
22. ——— O Serviço Astronômico e Geophysico. 1.ª parte — Creação e Organização Científica. Ann. Obs. São Paulo 1:7-80. 1930.
23. PAPADAKIS, JUAN. Mapa ecologico de la Republica Argentina. 2.ª ed. aumentada. Buenos Aires, Talleres Gráficos de Ministerio de Agricultura y Ganaderia, 1952. 26p. (II Atlas).
24. RODRIGUES, L. Instruções meteorológicas. (Rio de Janeiro), Serviço de Meteorologia do Ministerio da Agricultura, 1928. 50p.
25. SCHNEIDER-CARIUS, K. Aerologie und Klimatographie des Atlantischen Ozeans. Met. Rdsch. 1:356-359. 1948.
26. SCHRÖDER, R. Die Verteilung der Regenzeiten im nördlichen tropischen Amerika. Petermanns geogr. Mitt. 99:[263]-269. 1955.

27. **SERRA, ADALBERTO.** Monografia sobre mecanismo del "Tempo" en el Brasil. Rev. met., Montevideo 8:357-381. 1949; 9:1-12, 71-84, 87-112. 1950.
28. The São Paulo T. Light and Power Co. Departamento de construções hidroelétricas, São Paulo. Average rainfall map. 20 years period -- 1928/1948. (Mapa n.o 12.131, cópia heliográfica)
29. **SETZER, J.** Contribuição para o estudo do clima no Estado de São Paulo. São Paulo. Escolas profissionais salesianas, 1946, 239 p.
30. ————— A distribuição normal das chuvas no Estado de São Paulo. Rev. bras. Geogr. 8:3-70. 1946.
31. **THORNTHWAITE, C.W.** El agua en la agricultura. Irrig. en Méx. 27:19-42. 1946. [Cópia fototástica]
32. ————— An approach toward a rational classification of climate. Geogr. Rev. 38:55-94. 1948.
33. **TORRES, F.E. MAGARINOS & MORTERA, ARMANDO.** Atlas pluviométrico do Brasil, (1914-1938). Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, Divisão de Águas, 1948. 25p. (Boletim N.o 5)
34. **WILHELMY, H.** Zur Klimatologie und Bioklimatologie des Alto-Paraná Gebiete in Südamerika. Petermanns geogr. Mitt. 94:[130]-139. 1948.



LEGENDA

QUANTIDADE DE CHUVA ANUAL EM MILÍMETROS
PERÍODO DE 1941-1951

< 1100	1300-1400	1700-2000
1100-1200	1400-1500	2000-3000
1200-1300	1500-1700	> 3000

SECRETARIA DA AGRICULTURA DO E. DE S. PAULO
 CARTA DAS ISOIETAS ANUAIS DO
ESTADO DE SÃO PAULO
 ORGANIZADA POR RUDOLF SCHRODER
 INSTITUTO AGRÔNOMICO — CAMPINAS
 SEGUNDO DADOS FORNECIDOS PELO
 DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DA SEC. DA VIAÇÃO

1956

ESCALA 1:2.000.000
 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
 QUILOMETROS

A impressão deste mapa foi supervisionada pela
 COMISSÃO INTERESTADUAL DA BACIA PARANÁ-URUGUAY