

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
BOLETINS DA FACULDADE DE
FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS

LXX

GEOGRAFIA

N.º 3



SÃO PAULO - BRASIL
1946

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Reitor:

Prof. Dr. Jorge Americano

FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS

Diretor:

Prof. Dr. André Drcyfus

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

Professores

GEOGRAFIA FÍSICA

Prof. João Dias da Silveira

GEOGRAFIA HUMANA

Prof. Pierre Monbeig

GEOGRAFIA DO BRASIL

Prof. Dr. Aroldo de Azevedo

Primeiros Assistentes

Prof. Dr. Ary França

Prof.^a Elina Oliveira Santos

*Prof. José Ribeiro de Araujo
Filho*

Auxiliares Técnicos

Prof. Antônio Rocha Penteado

*Prof.^a Maria de Lourdes P. de
Souza Radesca*

Prof.^a Nice Lecocq-Müller

Prof. Renato Silveira Mendes

Toda correspondência deverá ser endereçada para

Caixa Postal N.º 105-B

SÃO PAULO — (Capital) — BRASIL

ARY FRANÇA

Assistente da cadeira de Geografia Humana

**ESTUDO SÔBRE O CLIMA
DA BACIA DE SÃO PAULO**

TESE DE DOUTORAMENTO
apresentada à cadeira de Geografia
Humana e aprovada em novembro
de 1945.

**Faculdade de Filosofia
Ciências e Letras
Biblioteca Central**



*Ao meu ilustre mestre e amigo, Prof. PIERRE
MONBEIG, sob cuja direção foi realizado o
presente trabalho, os meus sinceros agradeci-
mentos.*

S U M Á R I O

I — INTRODUÇÃO — A BACIA DE S. PAULO

II — OBSERVAÇÕES E DOCUMENTAÇÃO METEOROLÓGICA

III — ELEMENTOS DO CLIMA

a — *temperatura média*

b — *temperatura máxima*

c — *temperatura mínima*

d — *amplitude térmica*

e — *umidade relativa*

f — *precipitação*

g — *nebulosidade, trovoadas, neblina, orvalho, geada.*

IV — EVOLUÇÃO DO TEMPO

a — *massas de ar*

b — *circulação geral*

c — *circulação secundária e local*

d — *ventos*

e — *primavera*

f — *verão*

g — *outono*

h — *inverno.*

V — CONCLUSÃO

APÊNDICE

BIBLIOGRAFIA

47°

46°

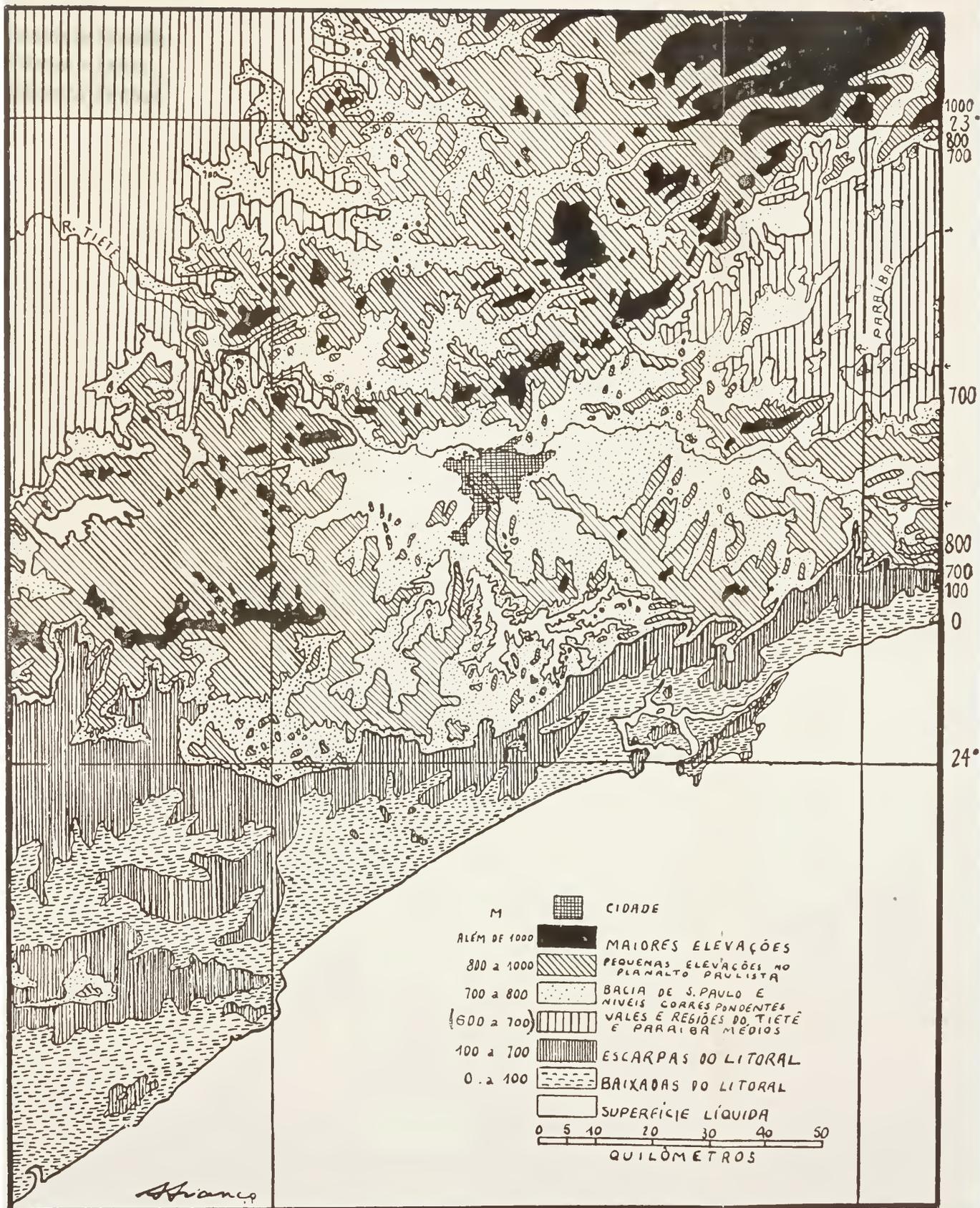


Fig. 1. — Situação geográfica e topográfica da cidade de S. Paulo e arredores.

I — INTRODUÇÃO: *a bacia de São Paulo*

A região em que se localiza a cidade de S. Paulo tem feições geográficas bem distintas. Ao escolhermos o estudo do seu clima como assunto de tese, não tivemos a preocupação de circunscrever a área designada *bacia de S. Paulo* a quadros geográficos rígidos, nem às divisas administrativas. A documentação meteorológica, insuficiente em geral, não o permitiu.

A bacia de S. Paulo compreende, em linhas gerais, a área de depósitos terciários do Tietê, na altura do curso superior desse rio (XLII), e seus limites podem ser encontrados nas vertentes drenadas pela sua rede de afluentes. Abrange ela o sítio pelo qual se estende a cidade com seus bairros, os subúrbios e a zona rural dos campos, residencial ou agrícola (horticulora), que envolve as grandes e pequenas aglomerações ligadas diretamente à capital, pois em torno desta existe uma série de centros que se desenvolveram como satélites e que participam, nas horas do dia, das suas atividades.

A topografia da região, de planícies aluviais com meandros divagantes e um horizonte irregular de colinas baixas, vai encontrar limites em serras e morros, que chegam a ultrapassar 1000 m de altitude, formando barreira ao norte da cidade e oferecendo a ocidente e oriente obstáculos menores.

Na vertente norte da bacia paulistana, a Serra da Cantareira, continuada, topograficamente, pelas cristas que levam os nomes de Serra do Jaraguá, Japí e outras e, a oeste, por pequenos maciços da Serra de Paranapiacaba, em menor altitude, compõe-se de um conjunto de elevações, cuja influência é da maior importância sobre os climas. Mais amplas são as ligações a leste, com a região do curso médio do Paraíba, onde o divisor de águas foi dissecado, possivelmente em consequência da grande proximidade entre esse rio e o Tietê (16 Km) e quasi continuidade das respectivas planícies. Diferenças principalmente das altitudes e das latitudes criaram tipos de climas diversos nessas duas regiões que se assemelham e quasi se ligam por acidentes geográficos.

(XLII), pág. 142.

NOTA: — Os algarismos romanos que figuram no texto referem-se à Bibliografia, que aparece nas últimas páginas.

Se acompanharmos os limites da região em que está a cidade guiando-nos pelas altitudes compreendidas entre 700 e 800 m, (fig. 1), observaremos, mais, que existem três descidas: uma muito ampla e de queda rápida, localizada ao sul; outra, situada a leste, fazendo ligações com a planície do médio Paraíba; a terceira, que se localiza a noroeste, escavada em estreita passagem, "canyon" de 2-3 km, pelo Rio Tiête, que atravessa os terrenos algonquianos (série S. Roque), depois de deixar o curso calmo da bacia de S. Paulo e ao encontrar caminho para o interior do Estado. Das três descidas indicadas, a mais importante, como facilmente se pode observar nos mapas (figs. 1 e 1-b), é a que conduz ao litoral.

Assim, a bacia de S. Paulo não é uma depressão fechada às influências marítimas. Localizada na vizinhança do Oceano, de que o centro da cidade dista menos de 60 km, a transição brusca do litoral para as terras altas (Vide fig. 9) é um dos fatores preponderantes da climatologia da bacia de S. Paulo, que se expõe amplamente à ação das correntes atmosféricas provenientes do Atlântico. Isso não aconteceria se as elevações existentes nos outros lados se estendessem também ao Sul da região.

A cota de 800 m (figs. 1 e 1-b) serviria, teoricamente, de limite para a bacia de S. Paulo, não tivessem a cidade e os seus agrupamentos satélites ultrapassado essa altitude, subindo pelos morros, em espigões como o da Av. Paulista, na região de Itapeceira-Cotia ou nos subúrbios da zona norte (III), e se não se prolongasse a citada linha de nível pelas três direções (S — NW — E) referidas atrás, em que a bacia de S. Paulo se abre para dar acesso às regiões vizinhas.

A vegetação natural, rasteira ou arbustiva, muito escassa e em contraste com a floresta tropical ainda hoje dominante nos limites a N, W e S, é outro característico inconfundível da região. Emprestou-lhe, no passado, a designação de *campos de Piratininga*, e, juntamente com os solos pobres e pouco profundos em que enraiza, constitue valôr negativo para o homem do planalto.

Associou-se a êsse quadro físico outro elemento da paisagem paulistana atual: a enorme superfície de águas retidas sôbre a parte meridional da região, nas reprêas da Cia. Ligth & Power (fig. 1).

Essa a bacia de S. Paulo, de aspéctos fisiográficos inconfundíveis no conjunto regional de que participa, e onde se localizou a maior e mais ativa aglomeração urbana das terras altas brasileiras.

Uma das feições geográficas que tornam original o seu sítio é o clima. Imperfeitamente conhecido, e mal afamado entre os brasileiros de outras regiões, é, porém, um dos fatores principais do desenvolvimento da cidade.

É necessário, no seu estudo, considerar a posição geográfica da região, que se reflete no comportamento dos fenômenos climáticos, cuja marcha

(III), pág. 63 e 67.

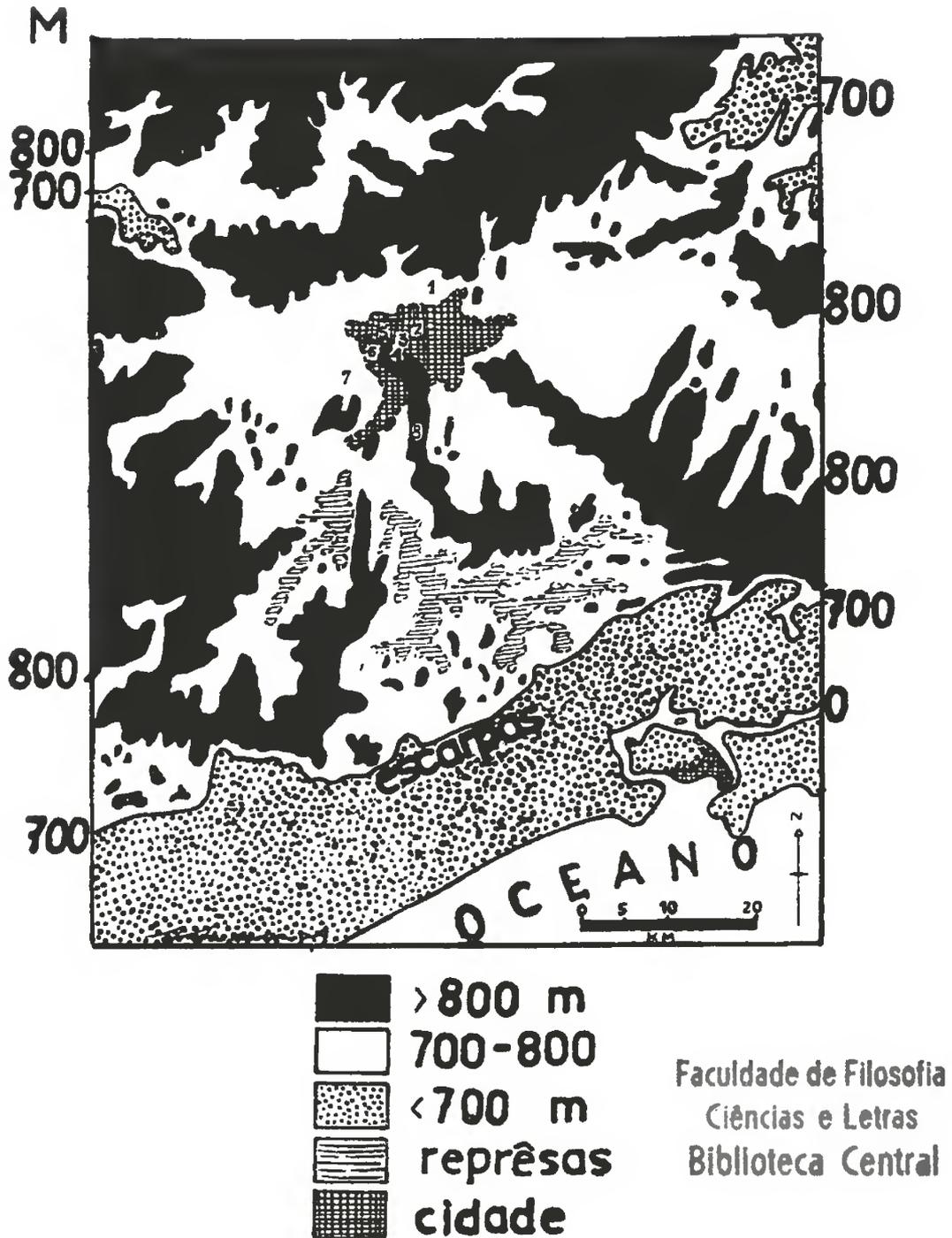


Fig. 1-b. — *Postos meteorológicos*: 1. Horto Florestal da Cantareira. — 2. Estação da Luz. — 3. P. R. República (extinto). — 4. Obs. Av. Paulista (extinto). — 5. Água Branca. — 6. Instituto de Higiene. — 7. Butantã. — 8. Inst. Astron. e Geofísico (I. A. G.).

anual acompanha, paralelamente, a dos climas vizinhos; porém as condições locais da bacia de São Paulo crearam, nesta cidade do trópico de Capricórnio, um clima temperado, cuja designação melhor seria: *tropical, temperado pela altitude*, em contraste com o *hinterland* quente e com o litoral tropical do Estado.

É indispensavel, ainda, no estudo do clima paulistano, considerar as posições relativas das massas de ar sôbre o continente e sôbre o oceano e as suas zonas de separação. Das massas de ar, em face das condições locais, dependem todas as características do tempo, e, conseqüentemente, a variação dos tipos que ocorrem durante o ano. Ora, a bacia de S. Paulo está localizada na zona instavel das fronteiras entre duas grandes massas, a Equatorial-continental e a Tropical-atlântica e sob o domínio desta durante a maior parte do tempo. Apesar da altitude e do paredão que limita as terras altas, é justamente pelo lado marítimo que a passagem das correntes atmosféricas é mais livre, não impedindo o relêvo as invasões das massas de ar formadas sôbre o oceano. Uma terceira massa, a Polar-atlântica, tambem interessa, pelas invasões efetuadas pela sua frente, que atinge periodicamente a região.

As posições normais dessas massas de ar, nas quatro estações do ano, estão indicadas na fig. 11, extraida da excelente monografia de Serra e Ratisbonna "As massas de Ar da América do Sul" (LII). Os seus característicos e comportamento serão apreciados nêste trabalho, em relação ao clima da bacia de S. Paulo.

II — OBSERVAÇÕES E DOCUMENTAÇÃO METEOROLÓGICAS

A bacia de S. Paulo apresentou-se aos colonizadores do Brasil como uma região onde foi fácil a adaptação e que exerceu grande atração sobre o imigrante europeu.

Os primeiros cronistas descreveram o clima paulistano favoravelmente e muitos o compararam, de maneira um tanto imprecisa, a variedades das regiões temperadas. Fernão Cardim (XIII) achou a Piratininga, do fim do século XVI “um novo Portugal”, encontrando-a “... muito sadia, há nella grandes frios e geadas e boas calmas”. Gabriel Soares (LVIII) observou “são os ares frios e temperados como em Hespanha”.

Anchieta fez as melhores observações nêsse período inicial da metrópole paulista e transmitiu, em algumas de suas *Epístolas*, notícias de detalhes sobre o clima de Piratininga, onde “nec frigore horret hyems, nec calore infestatur aestas” (“Epístolas” cit. Saint Hilaire — XLIII). Em outros textos dos primeiros séculos e, mais tarde, nos relatórios de presidentes da Província ou nas relações de viagens de cientistas estrangeiros, como Mawe, Kidder, Saint Hilaire e outros, e ainda na primeira imprensa paulistana, aparecem referências esparsas sobre as condições climáticas excepcionais da região onde se desenvolveu o centro urbano, em contraste com os característicos tropicais das regiões visinhas, o *hi: terland* e o litoral.

Os característicos que permitem distinguir um clima local na cidade de S. Paulo só passaram a ser observados, cientificamente, na segunda metade do século passado, quando foram montados os primeiros postos com instrumentos meteorológicos: estação da Luz (1870), rua da Consolação — bairro do Chá (1888), Escola Normal — Praça da República (1888). Citam-se algumas tentativas anteriores para observar com instrumentos o clima paulistano, mas desconhecem-se os dados obtidos, a-pesar-de autores diversos terem feito referências aos iniciadores dessas pesquisas:

(XIII), pág. 31.

(LVIII), pág. 109.

(XLIII), pág. 71.

Brigadeiro Machado de Oliveira, Dr. João Tibiriçá, P. Geraldo d'Annecy e outros.

No século atual, novos postos funcionaram na cidade de S. Paulo: Avenida Paulista (Observatório), Butantã, Horto Florestal, Água Branca, Instituto de Higiene. Nas circunvisinhanças da cidade instalaram-se outros, da rêde meteorológica estadual, e algumas empresas particulares colocaram aparelhos destinados a informar sôbre condições meteorológicas de interesse para suas atividades. (Light & Power, Cia. Nitro-Química). Exceptuando-se, porém, as observações termo-pluviométricas da estação da Luz, as demais registram interrupções temporárias ou definitivas ou, ainda, são demasiado recentes — inadequadas, portanto, para estudos climáticos completos, que necessitam de longas e regulares séries, como é aconselhado por todos os mestres da climatologia.

No Brasil, muito poucas localidades dispõem de dados satisfatórios para estudos climáticos rigorosos. A falta de continuidade administrativa, maior nos serviços regionais — como foram os de meteorologia até há pouco, no Estado, de S. Paulo — tem sido o maior empecilho. No campo da meteorologia, as dificuldades são agravadas pela falta de preparação técnica dos observadores, geralmente recrutados ao acaso.

Em face dessas deficiências, procuramos, neste trabalho, fixar as feições do clima da cidade de S. Paulo, utilizando informações variadas sôbre a área compreendida pela bacia em que se assenta a aglomeração urbana, ajustando-as aos aspéctos abordados na parte geral. Frequentemente foi necessário preencher lacunas ou expurgar os dados; em outras ocasiões, despresamos totalmente material que verificámos suspeito ou falho.

No centro urbano, que nos interessa particularmente, apenas podem ser citados postos não aparelhados para observar todos os elementos do clima, alguns mal localizados, outros com séries interrompidas ou muito curtas. Das séries maiores, a mais regular foi a da Avenida Paulista, de 1902 a 1935, imperfeitamente correlacionada a partir de 1932, com a que então teve início no Instituto Astronômico e Geofísico (I. A. G.). A estação da Praça da República (Escola Normal) fez observações desde 1888, interrompendo-as em 1924. Dos postos atualmente em funcionamento, o que possui melhor e mais longa série de observações contínuas, é o Observatório (I. A. G.) atual, instalado em Novembro de 1932.

Os estudos gerais sôbre climas do Brasil referem-se, sempre, de passagem, ao da cidade de S. Paulo. Os trabalhos, hoje clássicos, de Morize (XXXI), Delgado de Carvalho (XIV), e Serebrenick (XLVII, XLVIII, XLIX) fazem referências à parte do Palnalto onde se localiza a capital paulista, ou estampam resultados das suas estações meteorológicas, procurando sempre enquadrar o seu clima nas variedades brasileiras que cada autor indica. Em estudos mais gerais e de quasi nenhum valôr atualmente, em face do desenvolvimento da climatologia e dos novos

conhecimentos sôbre os climas brasileiros, Draenert (XVII), Pestana (XXXIX), Orlando (XXXIV), Peixoto (XXXV, XXXVI, XXXVII, XXXVIII), incluem a cidade de S. Paulo em tipos fundamentais que distinguem imprecisamente. Köeppen, Kendrew, Trewartha, Knoch e outros grandes geógrafos, em obras clássicas de climatologia (XXVIII, XXVI, LX, XXVII), ao estudarem as variedades tropicais, citam a cidade de S. Paulo, utilizando dados das antigas estações da Avenida Paulista e da Praça da República. Dado o alcance mundial e a escassês da documentação brasileira que revelam essas como diversas outras obras de Geografia Geral, as referências à capital paulista são superficiais; e a inclusão do seu clima entre os grandes tipos de classificações gerais é, assim, duvidosa.

Belfort de Mattos e Setzer, ao estudarem os climas do Estado de S. Paulo, consideram mais atentamente, como é compreensível, a região da capital. O primeiro (IV), a-pesar-de estampar e comentar os resultados da Av. Paulista até 1923 e os da Praça da República, desenvolvendo considerações em tôrno dêsses postos e de alguns outros, das imediações da cidade, não chega a distinguir um tipo climático original na região. Encara-a integrada no que ele chama "clima do planalto". Trata-se, porém, da primeira tentativa séria para o estudo do clima paulista, especialmente da área da Capital, assunto a que o autor dedicou grande parte de sua produção científica, em ensaios e monografias (V, VI, VII, VIII, IX e X). Setzer em excelente trabalho dedicou especial atenção à região da Capital, que, pela primeira vez, foi tratada como uma unidade climática destacada (LV), graças ao rigor dos critérios preconizados por mestres da climatologia atual, utilizados pelo autor ao encarar a termo-pluviometria do Estado.

Dois trabalhos de Junot (XXII, XXIII) são hoje indispensáveis para o estudo do clima da cidade de S. Paulo. A êsse meteorologista deve-se, também, a publicação de Boletins (XXIV, XXV) que informam sôbre as estações paulistas. Outros dados referentes aos postos meteorológicos da Capital, fazem parte de publicações da Secretaria da Agricultura (XII), do Serviço Meteorológico Federal (XXXIII), dos antigos Serviços Meteorológicos do Estado (diversos Boletins) ou da bibliografia referente ao clima do Estado de S. Paulo ou do Brasil, já citada. Recorremos, ainda, aos trabalhos de Sampaio Ferraz (XLIV, XLV, XLVI) e às monografias de Serra (L, LI), Serra e Ratisbonna (LII) e da Secção de Meteorologia da Companhia "Panair do Brasil" (I), no estudo sôbre os movimentos da atmosfera na América do Sul, que interessam à região de S. Paulo.

Sendo impossível reunir, na apresentação dêste trabalho, todos os dados utilizados e os cálculos e gráficos efetuados, figuram, junto às partes que seguem, os que julgamos documentar as observações dos elementos do clima. Diversos gráficos foram obtidos com séries de poucos anos,

(LV), N.º 38, pág. 36.

como os de números 2, 3, 16 (1933-42), 4 (1935-43), 6, 12 (1929-42), 10, 13 e 14 (1934-42), pois é bastante deficiente a rede meteorológica da bacia de S. Paulo e quasi todas as estações funcionaram com interrupções ou foram definitivamente fechadas, ou, ainda, suas observações se fizeram em más condições de instalação ou instrumental (v. Junot, XXII e XXIV); mas foram por nós comparados os resultados com os de outros períodos e escolhidos para figurar neste trabalho, por exprimirem situações que se verificam, com pequenas variantes, nas estações da cidade e seus arredores imediatos. Os dados do Observatório atual (I. A. G.), na Água Funda, o pôsto em funcionamento existente há mais tempo, desde Novembro de 1932, como lembrou Setzer (LV), são também os melhores, pela situação topográfica da estação, em terreno exposto, não edificado em geral, e com regular cobertura vegetal nos arredores, a 800 m de altitude, no limite meridional da cidade. Preferimo-los, por êsses motivos, para documentar o nosso trabalho, depois de havermos apreciado e selecionado os dados que nos foi possível obter, citando os que julgamos de interesse para êste estudo geográfico. Consideramos os trabalhos de Setzer (LV) e de Junot (XXII, XXIII) fontes de primeira ordem para documentação e estudos sôbre o clima da cidade de S. Paulo.

(XXIV), pág. 12.

(LV), N.º 38, pág. 37.

III — ELEMENTOS DO CLIMA

a — *temperatura média*

Na cidade e nos arredores existem poucas estações possuindo observações aceitáveis da temperatura do ar: só as séries do antigo e do novo Observatórios (Av. Paulista e I. A. G. — Água Funda), antigo pôsto da Praça da República (Escola Normal) e curtos períodos do Instituto de Higiene, Água Branca, Horto Florestal e alguns postos da “Ligth & Power”. São insuficientes para, numa região relativamente pequena, traçar cartas de isoternas.

17,5° C — que é a média do Observatório (I. A. G.), exprime um valor normal dentro da região, apenas ligeiramente inferior ao da média dos outros postos da bacia de S. Paulo. No conjunto, pôde-se observar que a cidade é 1° a 1,5° mais quente do que os arredores (V. XXII), o que pôde ser atribuído à área densamente construída, onde o coeficiente de absorção de calor é, naturalmente, elevado. Essa parte, especialmente do espigão da Av. Paulista até as margens do Tietê, ao norte, e abrangendo também o populoso distrito do Braz, está relativamente abrigada dos ventos frios de componente S.

Hoje é impossível comprovar regularmente as temperaturas elevadas do centro, em virtude do desaparecimento dos postos meteorológicos outróra aí existentes. Sentem-nas os que habitam a capital paulista, especialmente nos dias frios, entre as vertentes N e S do espigão da Av. Paulista, onde N é sempre mais quente. A antiga estação da praça da República revelava tal fato, com temperatura média mais alta do que as demais (18,1°). Além disso, o mesmo posto assinalou, do fim do século passado até 1922, progressiva ascensão na temperatura média anual, coincidindo com o aumento da área edificada e maior volume das construções nesse logradouro da parte central da cidade (v. Setzer — LV).

Também relativamente altos são os valores encontrados ao Sul da bacia de S. Paulo, na região das reprêsas da Light: 18° nas médias de 6 anos, em Santo Amaro, e 17,8° mais ao sul, na posição de Alto da Serra (IV).

É menor, porém, a temperatura da zona ao Norte da cidade, em consequência das altitudes elevadas das montanhas e suas escarpas e cobertura vegetal densa. Instalaram-se aí casas de saúde, hotéis e residências

para descanso, tendo-se levado em conta apenas os fatores favoráveis, mas não se tomando em consideração a pluviosidade muito elevada e o alto teor de umidade.

Há indícios de que a temperatura média aumentou, em geral, na região da capital, se bem que não possam eles ser confirmados inteiramente, em consequência da extinção de diversos postos meteorológicos que funcionaram outróra. De acôrdo com Setzer, ao comentar a sua tabela n.º 65 (v. LV), a ascensão verificada processou-se quasi uniformemente em todas as estações do ano, devendo ser atribuída ao aumento da área edificada.

Fevereiro é o mês mais quente e julho o mais frio.

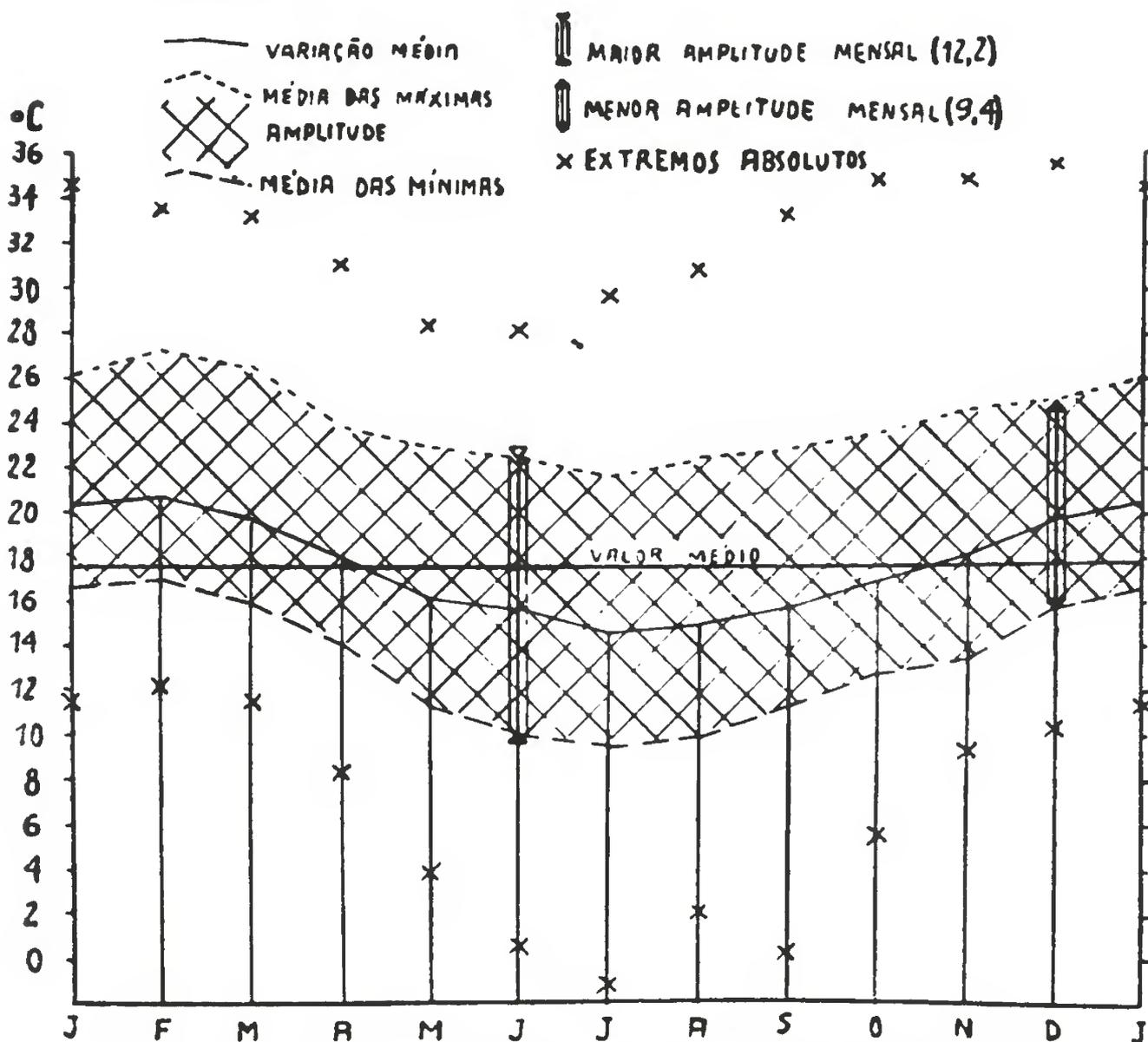


Fig. 3. — Variação horária da temperatura nas 4 estações do ano.

(LV), N.º 38, pág. 43.

Pela marcha anual das temperaturas médias e também das máximas e mínimas (fig. 2), verifica-se que Dezembro, Janeiro, Fevereiro e Março são os meses de verão, todos com valores acima de 20°, sendo Junho, Julho e Agosto os de inverno. Entre essas estações e as intermediárias, existem sensíveis diferenças de temperatura.

O fato de o verão estender-se até Março e de Fevereiro (e não Janeiro) registrar a média mais alta, indica predomínio de condições marítimas nessa estação — o que é confirmado pela circulação do ar (fig. 13); porém, no inverno as condições são de clima continental, com grande resfriamento, coincidindo com maior atividade das correntes aéreas formadas sobre o continente.

As temperaturas médias das horas do dia revelam que as mais quentes são as do verão. No inverno dão-se os mais baixos valores térmicos horários, com exceção do das 16 horas, que, na primavera, é mais baixo do que os da mesma hora do inverno. Isso se deve a um atraso horário, normal, que se observa nas temperaturas do outono e do inverno, sendo neste muito maior (v. fig. 3).

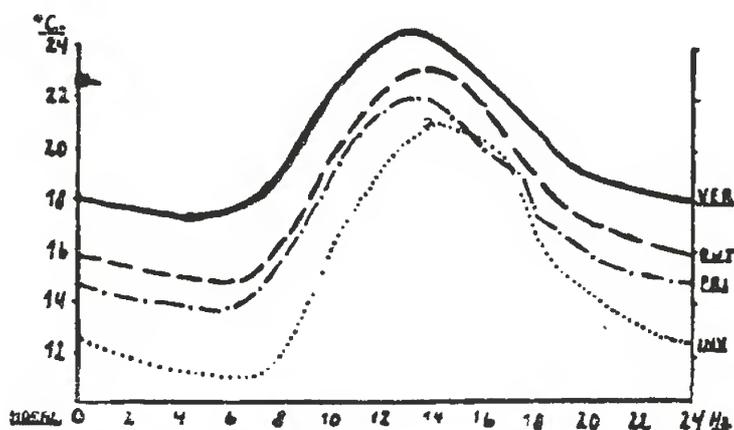


Fig. 3. — Variação horária da temperatura nas 4 estações do ano.

b — temperatura máxima

As mais elevadas temperaturas observam-se, no verão, na área densamente construída da cidade, pela mesma razão porque possui ela mais alta média: maior coeficiente de absorção dos raios solares. As máximas absolutas chegaram a ultrapassar 36° no Observatório da Av. Paulista.

Na estação do I. A. G., a 800 m de altitude, registrou-se a máxima absoluta de 35,6° (a 7-12-40). Na zona sul, ainda mais exposta aos ventos, as máximas não devem ser tão altas. O posto da Água Branca assinalou 37° a 9-12-1940, o maior valor já observado na cidade (*). As máximas

(*) Belfort de Mattos (XXII) cita a máxima de 38,5° ocorrida em 29-12-1895 na Pr. da República, estação que, porém, não merece confiança pelas suas péssimas instalações (v. Junot, XXX).

diárias passam-se, geralmente, perto das 14 horas, menos no inverno em que as 13 horas são normalmente as mais quentes do dia (fig. 3).

As temperaturas máximas são bastante elevadas em relação à média. Avizinham-se de 25°, em média; são de mais de 27° na média do verão e menores do que 23° na do inverno. No decorrer do ano a sua variação média é pequena (5,3°), menor do que a das mínimas (fig. 2).

As máximas médias acompanham, paralelamente, a marcha das médias mensais, sendo Fevereiro e Julho os meses, respectivamente, de valores mais elevados e mais baixos. Os extremos absolutos registrados acima de 34°, deram-se, porém, não no mês mais quente, mas em Outubro, Novembro, Dezembro e Janeiro (fig. 2), em consequência de condições passageiras de elevadas temperaturas, que precederam sopros fortes de ventos de componente N (dias 7 e 9-11-1940, 28-11-33, 9-1-1938, por exemplo). Valores muito altos passam-se, ainda, sob o domínio de ventos continentais, de NW geralmente, mas também de N e de NE, correntes quentes que, ao descerem da área montanhosa para a bacia de S. Paulo submetem-se a maior aquecimento, com efeitos comparáveis ao do "föhn". As estações da cidade de São Paulo, efetivamente, registram máximas maiores do que as observadas sobre o massiço da Cantareira por onde circulam os mesmos ventos (posto R. A. E. na vertente paulistana a quasi 900 m, com 35° de máxima absoluta — Horto Florestal, a 750 m, no Sopé da Cantareira com 35°). Os mesmos ventos, descendo mais uma, e a maior escarpa, vão produzir nas baixadas do litoral, nas regiões de Santos e Bertioga por exemplo, calor insuportável, que permanece às vezes, dois e mais dias seguidos, com máximas superiores a 40°.

c — temperatura mínima

A radiação noturna é muito elevada na bacia de S. Paulo, resguardada da influência regularizadora do mar, pela sua situação geográfica.

As mínimas médias (13°) estão mais próximas do valor normal, de que se distanciam muito menos do que as máximas, mostrando certa regularidade, observada na bacia de S. Paulo em consequência da queda regular da temperatura nas horas da noite, quando a circulação é, em geral, mais ativa.

Caracterizam-se as mínimas médias por uma variação anual relativamente pequena: pouco inferior a 7,5°, mas, maior do que a das máximas. Acompanham a marcha anual das temperaturas médias, sendo Julho o mês das mais baixas e Fevereiro o das mais altas, tanto nos valores médios como nos absolutos (de — 1,2 e + 12,2°, respectivamente — fig. 2).

São pequenas as diferenças observadas entre as estações da região, e pôde-se acompanhar o comportamento das mínimas pelas do I. A. G. (*). Observam-se porém as mais baixas temperaturas na zona montanhosa

(*) A estação da P. República registrou, antigamente mínimas mais baixas do que as do I. A. G. (— 2, 5°).

situada a W e NW, onde as altitudes elevadas e larga exposição aos ventos, tanto de NW como de S e SE, explicam-nas. Na cidade os extremos não são tão baixos, tendo chegado apenas a $+ 2,6^\circ$ a mínima observada tanto no posto da Agua Branca como no do Instituto de Higiene.

Embora os ventos de SE e S contribuam para o abaixamento da média nos meses de inverno e primavera, as mínimas absolutas, que se verificam nessas estações, produzem-se em regime de calmas, depois de soprar vento de uma daquelas direções. As mais exageradas, que se registraram pelas madrugadas de inverno, deveram-se à forte radiação noturna, favorecida pela limpidez da atmosfera e ausência de perturbações.

d — *amplitude da temperatura*

A diferença de temperatura entre o verão e o inverno, em toda a bacia de S. Paulo, sendo inferior a 6° (fig. 2), não revela as oscilações que períodos menores apresentam e as temperaturas das horas do dia evidenciam em todas as estações (fig. 3).

O comportamento térmico não pôde ser considerado *marítimo*. As amplitudes diárias apresentam-se altas em todas as estações.

Durante as horas de sol são mais nítidas as variações que diminuem durante as noites, em relação inversa com a úmidade relativa, que aumenta vagarosamente. As horas mais quentes do dia, atrasam-se ligeiramente no inverno (14 e 15 h em Julho, passando-se às 13 horas no verão). O mesmo atraso é observado nas mínimas horárias: 7 h em Julho e 6 em Fevereiro.

A amplitude normal da temperatura horaria é ligeiramente superior a 8° : $8,2^\circ$ entre as 6 e 14 horas, respectivamente as horas de menor e maior temperaturas médias. Essa variação é maior do que a que se verifica nas médias mensais, indicando instabilidade em períodos curtos. Essas amplitudes relacionam-se com a circulação do ar, ocorrendo as mínimas logo após as invasões frias de sul, no inverno e primavera, sobretudo, e as máximas depois de soprarem ventos de componente N. A circulação secundária extremamente variada, é responsável pela grande instabilidade, que se observa do outono até a primavera.

A temperatura é muito instavel no inverno, o que levou Junot (XXII) a classificar o nosso clima como "marítimo, perturbado nos meses frios", registrando-se então as maiores amplitudes diárias, superiores, por vezes, a 25° em dias de Julho ou Agosto: 26° a 6-7-1942, $25, 5^\circ$ a 8-8-1941, por exemplo, e atingindo $12,3^\circ$ na diferença entre as máximas e mínimas médias do mês de Junho, o de maior amplitude normal (fig. 2).

No verão as amplitudes não são tão grandes apesar dos altos valores das máximas. Dezembro reflete essas condições, com a menor amplitude média do ano: $9,4^\circ$ (fig. 2).

A primavera registra variação diurna menor, em média, do que o outono, embora a grande frequência de ondas frias seja responsável, na primeira, pela ocorrência de mínimas extremamente baixas, inferiores às do outono. A menor instabilidade da primavera deve ser atribuída à sua nebulosidade normalmente elevada (fig. 6), em contraste com os dias mais claros, que predominam no outono (maio, principalmente). Idêntico motivo contribúe para a grande diferença observada entre a amplitude do verão e a do inverno (v. fig. 6).

O alto teor da nebulosidade observado no verão e também na primavera reflete-se sobre a insolação, cuja duração é pequena nestas estações (especialmente na primavera) e elevada no outono e no inverno (fig. 4), apesar de os dias serem, então, mais curtos. O número relativamente pequeno de horas de sol é compensado pela fraca nebulosidade. Os valores extraordinariamente baixos da insolação nos dias da primavera devem-se, ainda, à frequência de névoa seca nessa estação, fenômeno que ocorre em condições de baixa umidade atmosférica.

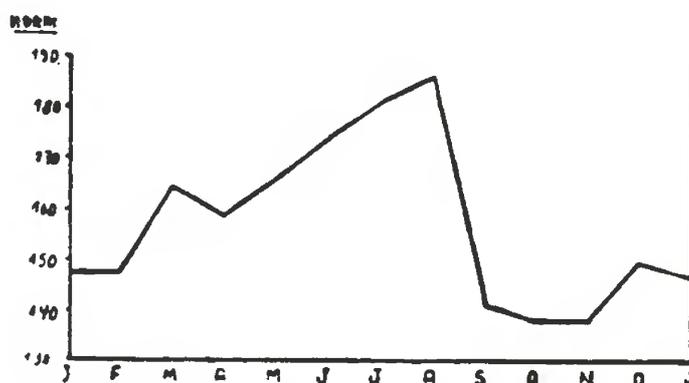


Fig. 4. — Duração média da insolação, em horas, na cidade de S. Paulo.

O clima de S. Paulo é caracterizado e conhecido pela grande diferença térmica entre as noites e os dias, sendo muito raras as noites quentes. Estas podem ocorrer quando a Capital está sob o domínio da massa de ar quente equatorial continental (Ec — fig 11). Mesmo nessa situação predominam noites frescas, a brisa de SE atingindo S. Paulo à entrada da noite e amenizando-a nos períodos de maior calor. A análise das rosas de temperatura, feita por Junot (XXII), mostra a influência desse sôpro regular sobre as temperaturas relativamente baixas das tardes e das noites.

As poucas observações feitas com termómetros fora do abrigo, indicaram máxima absoluta de 49° ao Sol, e mínima de — 2,5° ao relento (IV), o que se traduz por uma oscilação de mais de 50° suportada pelas plantas. Isso explica, juntamente com outros fatores, a exclusão, no

(XXII), pág. 478.

planalto paulista, de certas culturas comuns à sua latitude, como as do cafeeiro, do algodoeiro, da mamoneira, os arrozais, etc. Espécies vegetais cultivadas em países frios e temperados suportam, sem prejuízo, essa amplitude térmica e são preferidas na arborização, em floricultura; e árvores frutíferas de climas temperados puderam adaptar-se ao clima paulista. Nas imediações da cidade, desde o século XVI (XIII) cultivava-se a vinha, e na zona horticoltora contam-se pomares em produção, com pereiras, macieiras, castanheiras, etc., árvores que nos foram trazidas da Europa mediterrânea e ocidental.

e — *umidade relativa*

Normalmente com médias bastante altas, próximas e quasi todas superiores a 80%, os postos meteorológicos da bacia de S. Paulo permitem a observação, ao longo de uma linha meridiana, da existência de zonas bem caracterizadas pela umidade, ao sul, centro e norte.

A zona meridional é a mais úmida, registrando os higrômetros instalados nos arredores da reprêsa de Santo Amaro e no Alto da Serra, valores médios compreendidos entre 86 e 88%.

Ao norte, na vertente da Cantareira e nas elevações que prolongam a sua topografia montanhosa para W, a umidade é também bastante elevada, como o demonstraram as observações feitas no Horto Florestal (1899-1906 e 1940-43), que está situado no sopé da Serra, a 755 m de altitude, e as observações feitas de 5 anos para cá em Juqueri (84%), e a sua comparação com os valores observados nos mesmos períodos, nas outras estações da bacia de S. Paulo.

Menos úmida do que as outras, é a zona de colinas que predominam na parte em que se localiza a estação do I. A. G., que documenta uma quédia para 82,5% na umidade média, no seu período de observações de 1933 até 1942. Mais ao norte, na elevação da Avenida Paulista (818 m), a média encontrada, no posto fechado em 1936, era menor (80,2%) e registraram-se valores mais baixos ainda na antiga série (1899-1923), com umidade média de 77% (v. XII e X).

A alta umidade da zona meridional deve-se à maior proximidade do oceano e à forte condensação nas escarpas da Serra do Mar. É agravada, ainda, pela extensa superfície líquida das reprêsas da Light e floresta tropical higrófila que a recobrem.

As partes centrais da bacia de S. Paulo, inclusive a cidade, são menos sêcas em geral, em virtude da menor evaporação da vegetação rasteira que cobre a maioria da zona rural (v. Rawitscher, XLI), inexistência de superfícies líquidas apreciáveis ou de grandes acidentes topográficos, e pequena evaporação da superfície do terreno nas áreas construídas.

(XIII), pág. 314.

As escarpas meridionais da Cantareira e das serras adjacentes, dão lugar a nova condensação de vapor d'água, transportado pelos ventos ao seu encontro (v. fig. 9), sendo úmidas e cobertas de floresta. A umidade da região de São Paulo, é, com efeito, trazida do mar pelas correntes aéreas, só havendo bastante evaporação na zona sul, que é a das reprêsas (*). Sua distribuição é condicionada pelos fatores locais.

Quanto à variação anual (Fig. 5), cuja marcha é idêntica em todos os postos, aparecem os meses chuvosos do verão, de franco predomínio dos ventos marítimos (Fig. 13), como os de maiores porcentagens; e os do inverno (especialmente Agosto), com a menor umidade, a-pesar-das temperaturas baixas reinantes.

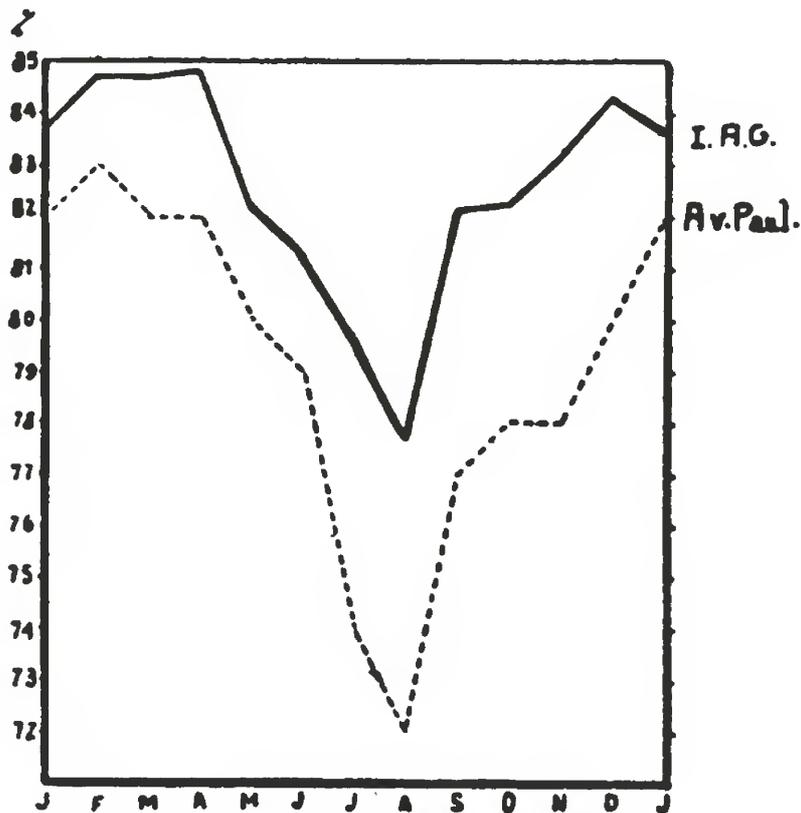


Fig. 5. — Umidade relativa.

A primavera e o outono dão valores intermediários, nas curvas da fig. 5, sendo de notar um retardamento da queda (em Abril), e outro da ascensão (em Outubro) dos valores mensais, causada provavelmente por perturbações na circulação do ar, que se torna muito ativa nessas estações do ano.

Além da acentuada variação anual, existe grande oscilação diurna, ocorrendo, normalmente, os maiores valores às 7 horas, baixando muito

(*) Um elemento de grande importância na apreciação do clima atual de S. Paulo e sua evolução, seria a quantidade de água evaporada pelas reprêsas da Light. Não pudemos utilizar, porém, os dados da rede de postos daquela empresa, considerados de caráter privado.

às 14 e elevando-se bastante às 21 horas, em todas as observações tri-diurnas. Essa variação é perfeitamente normal e resultante da marcha da temperatura nas 24 horas diárias.

Entre as primeiras séries meteorológicas e as dos últimos anos, assiste-se a progressiva redução na umidade relativa, que Belfort de Mattos já assinalara, ao comparar as observações dos últimos anos do século passado com as dos primeiros deste século, na P. República (IV), atribuindo a diferença observada ao aumento da área construída e “dessecação dos pântanos marginais”.

f — precipitação

As chuvas na bacia de S. Paulo são registradas por uma rede, compreendendo postos em número que permite tirar conclusões sobre a sua distribuição regional (*).

Nota-se um máximo na vertente ao norte da cidade, de origem francamente orográfica, explicável pela circulação do ar de encontro às elevações das Serras da Cantareira e de Paranapiacaba, onde os totais anuais dão alturas de 1500 mm ou mais (Horto Florestal, com 1566,4 mm, total médio registrado de 1899 a 1906, que é ligeiramente superior ao observado a partir de 1940: 1480 mm).

Ao norte dessa linha de elevações, é certo que os totais decrescem, como o comprovam os dados de Juquerí, com 1344 mm. e os de Jundiá, a 715 m de altitude, mais ao norte, com total inferior a 1300 mm, em 10 anos de observações. Essas duas localidades, situadas em vertentes opostas, devem suas diferenças de pluviosidade às posições que ocupam, abrigadas, em parte, da umidade transportada pelos ventos marítimos. Pode-se falar em um máximo pluviométrico a barlavento (sul) e mínimo a sotavento (norte) das vertentes da Cantareira.

A zona das várzeas, que é a parte mais baixa da bacia de S. Paulo e a área contígua, ao sul, mais acidentada e elevada, revelam um mínimo de pluviosidade, de acôrdo com os registros de 1888 a 1940 na Estação da Luz (1326,3 mm), de 1889 a 1923 na Praça da República (1303,3 mm), de 1903 a 1934 na Avenida Paulista (1341,3 mm) e, principalmente, do período de 1933 a 1941 no Instituto Astronômico e Geofísico (1262,7 mm).

(IV), pág. 16.

(*) Utilizamos, principalmente, os dados fornecidos pelas normais de seis estações (Est. da Luz, Escola Normal, Avenida Paulista, Butantan, Horto da Cantareira e Inst. Astronômico e Geofísico), extraídos do Boletim Pluviométrico da cidade de S. Paulo (XXIV), que são os mesmos utilizados por Junot no seu trabalho (XXIII); e os das estações de S. Caetano, Guarulhos, Mogi das Cruzes e outras, que figuram nas tabelas 58, 59 e 61 do trabalho de Setzer (LV), os dos Boletins Meteorológicos (XXV) e da Secretaria da Agricultura (XII) referentes a 22 postos disseminados pela bacia de S. Paulo e imediações, cujos dados comparamos e selecionamos para referências nesta parte. — Os dados citados sem referência numérica entre parêntesis referem-se aos n.ºs XXIII e XXIV da bibliografia. Não pudemos utilizar os da rede de postos da Cia. Light & Power, senão os citados por Setzer, motivo porque deixamos de apresentar uma carta de isohietas, que não foi completada.

Acentua-se a queda dos valores, na zona contígua mais ao sul, até encontrar a situada imediatamente ao norte das represas da Light, com valores todos vizinhos de 1200 mm (S. Caetano, Santo André, S. Bernardo e Ribeirão Pires — XXV e XII, tendo chegado alguns postos a registrar, nos últimos 5 anos, valores médios mais baixos do que os precedentes (Santo Amaro — R. A. E. e Itapecerica, com 1100 e 1050 mm, respectivamente). Não resta dúvida de que se trata da área menos chuvosa da bacia de S. Paulo. Os seus valores, segundo Setzer, ligam-se aos da faixa que vai “de Sorocaba a Guaratinguetá, passando por Mogí das Cruzes e marca a parte mais baixa do planalto compreendido entre as serras do Mar e Mantiqueira” e que figura claramente na carta do total anual de chuvas do seu trabalho (LV), traçada para o Estado de S. Paulo.

Mais ao sul, já nas proximidades da escarpa da Serra do Mar, sobre os morros que assinalam a sua descida, voltam a aparecer alturas de chuva comparáveis às da vertente meridional da Cantareira. Passam a subir rapidamente, até os máximos já registrados na rede pluviométrica brasileira (Itapanhaú, com 4500 mm — V. Setzer, XXIX), na região de escarpas ao norte de Santos.

Ao longo de qualquer meridiano que atravesse a região de S. Paulo, podem ser acompanhadas as variações registradas, que se acham indicadas na fig. 9 (com a utilização dos totais médios de 14 estações pluviométricas) a partir do maciço da Cantareira e até o Oceano. Na mesma figura, sobre a superfície, está indicada a direção dos ventos predominantes, de componente S (v. fig. 13), que, antes de atingirem a região em que está a cidade, descarregaram grande parte da sua umidade nas encostas do litoral, produzindo nebulosidade alta e os máximos de pluviosidade já referidos. Transportam êles, para a bacia de S. Paulo, umidade suficiente, contudo, para ocasionar condensação sobre as vertentes voltadas para o sul e, principalmente, sobre a grande escarpa da Serra da Cantareira. Nesta, as chuvas são francamente orográficas. Por êsse motivo, não se nota, na curva anual do Horto Florestal uma perturbação comum aos meses do outono e que vem referida mais adiante (pág. 37).

Nas partes da bacia desprovidas de grandes acidentes topográficos e com cobertura vegetal escassa, as chuvas são oriundas das perturbações que, normalmente, ocorrem com o forte aquecimento do verão (chuvas de convecção), mas que podem ser produzidas, também, no interior das massas Tropical continental e Equatorial continental, quando, na atmosfera de S. Paulo, dominada, normalmente, pela Tropical Atlântica, faz erupção a massa polar (chuvas frontais).

Alguns autores de climatologias gerais citam as chuvas da cidade de S. Paulo como típicas do regime tropical. É o caso das obras de Ward (LXI), que compara as alturas pluviométricas de S. Paulo às da cidade

(LV), n.º 36, pág. 11.

(LXI), pág. 92.

do México e de Blair (XI), que também apresenta um gráfico da precipitação, mas visivelmente falho, com total exagerado de 56,5 polegadas (1545,5 mm) e distribuição errada das chuvas de verão, que aparecem com valores mais altos em Dezembro de Fevereiro, ao invés de Janeiro.

A marcha anual da pluviosidade em S. Paulo, como nos regimes tropicais, acompanha de perto a da temperatura média, sendo a desta mais regular e com atraso de um mês no valor máximo, em relação ao do mês mais chuvoso (Janeiro) — v. fig. 7, em que as alturas foram obtidas calculando a média de todos os postos da cidade (*).

Como observou Junot (XXIII) “50% da quantidade anual de chuva é registrada nos três meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro”. No verão, as chuvas são em geral oriundas de trovoadas locais. As maiores cargas, intensas e rápidas, produzem-se à tarde, após forte aquecimento da superfície pelos raios solares, o que ocasiona um desequilíbrio favorável à formação das trovoadas. Estas acompanham as precipitações precedidas de ventos de componentes N ou W, movimentados localmente e por curto período, pelas depressões de origem térmica que se formam nas partes mais aquecidas (especialmente na cidade e nos maciços com rochas expostas, ao N e a W).

Nos dias de forte calor, a bacia de S. Paulo se reparte em núcleos diferentes e instáveis de temperaturas altas, que ocasionam perturbações locais, em áreas limitadas. Em consequência, existe em um dado momento do dia, no verão, grande diferença de pluviosidade entre os postos da bacia de S. Paulo, com uma extravagante distribuição em pancadas fortes, por pequenas áreas, muito evidentes, que os postos pluviométricos não anotam porque só fazem a verificação do total diário. Mas as diferenças registradas nos totais do verão, pelos postos pluviométricos, são muito pequenas, pois a instabilidade é geral, considerados os três meses em conjunto. Os totais médios dos seguintes pontos, no verão, refletem a pequena variação:

(XI), pág. 278.

(*) Os dados da Estação da Luz, semelhantes aos das outras estações meteorológicas na variação anual, documentam muito bem as estações do ano, pois as suas observações iniciaram-se em 1888 e não sofreram interrupção. Não são comparáveis os dias de chuva registrados nas duas estações que serviram para as curvas traçadas sobre a fig. 8. O Instituto Astronômico e Geofísico registra, diariamente, quantidade de água igual ou superior a 0,1 mm como sendo *dias de chuva* e, como salientou Junot, são considerados como tais “também se as quantidades forem devidas a orvalho ou nevoeiro” (XXIII). Embora recomendado em congressos internacionais de Meteorologia, julgamos condenável para o estudo do clima em uma região tropical como a nossa, e de grande instabilidade nas 24 horas do dia, o critério de considerar dias de chuva os que, em grande parte do ano, são de orvalho capaz de acumular sobre os aparelhos quantidades superiores a 0,1 mm.

(*) XXIII, pág. 38.

XXIII, pág. 17.

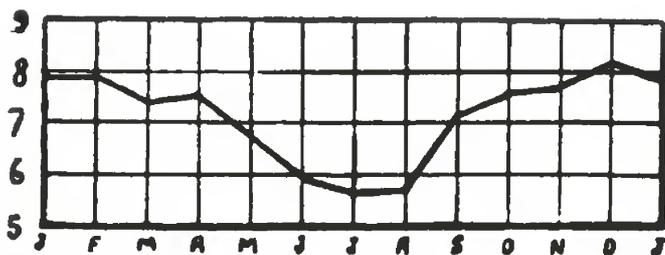


Fig. 6. — Nebulosidade (n/10) (Média das 7-14-21 hs.).

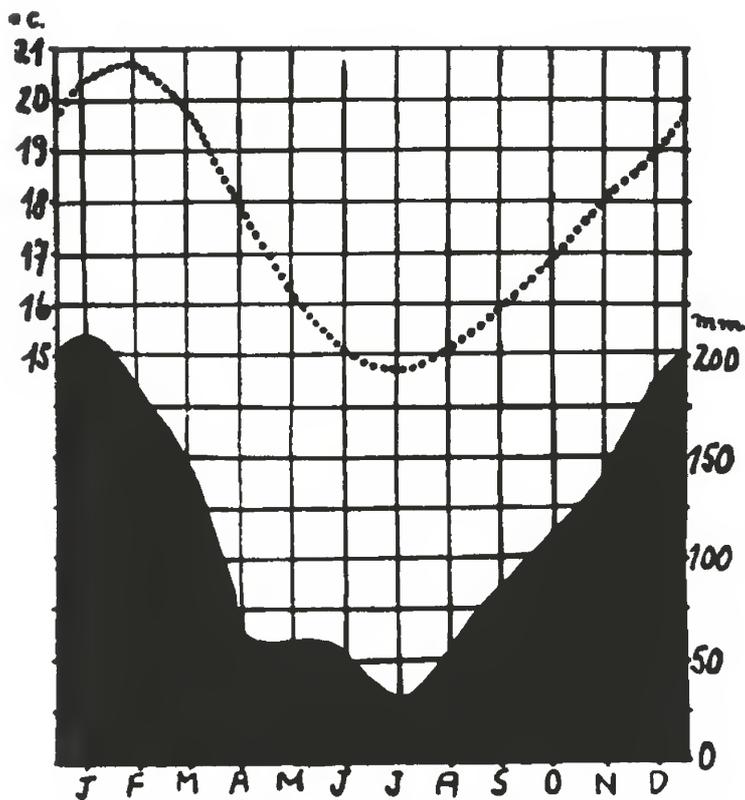


Fig. 7. — Variação anual da temperatura (I. A. G.) e das chuvas (estações da cidade).

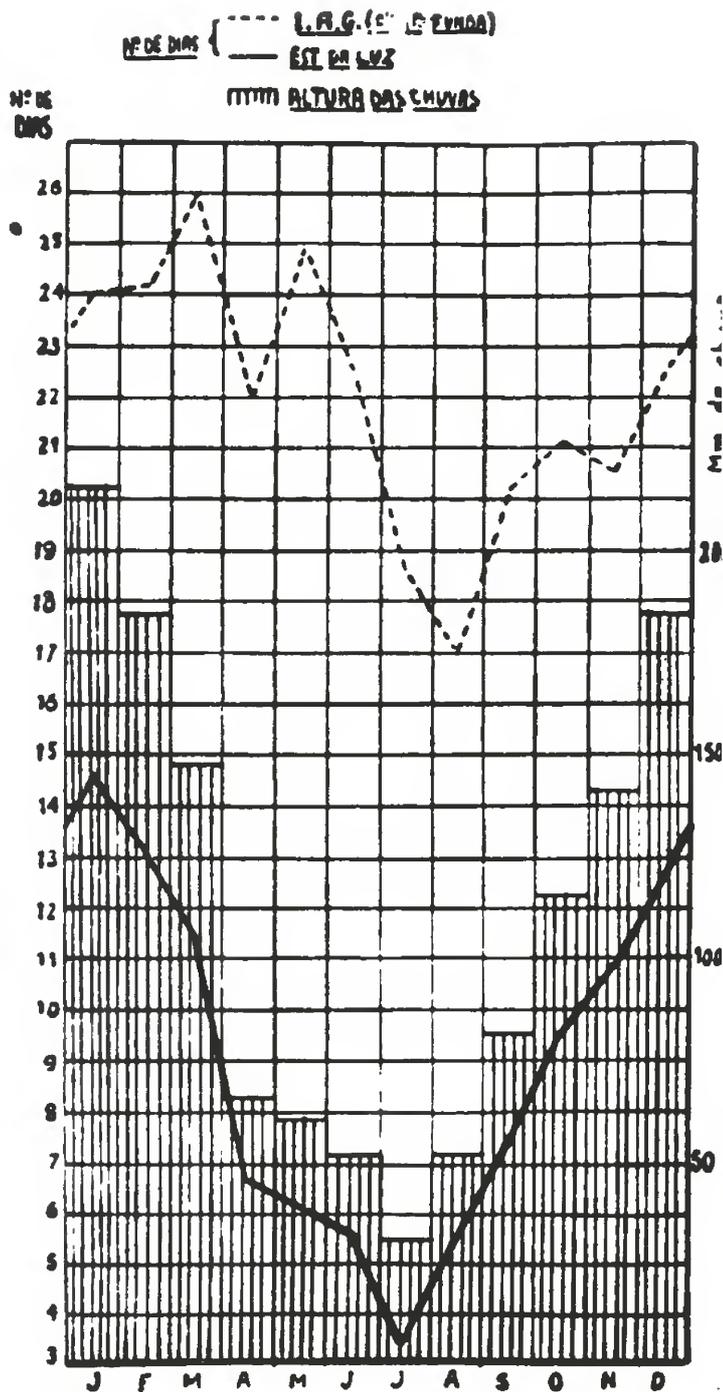


Fig. 8. — Variação anual da pluviosidade na cidade e dos dias de chuva no I. A. G. e na Estação da Lux.

Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras

PERFIL PLUVIOMÉTRICO (chuvas anuais)

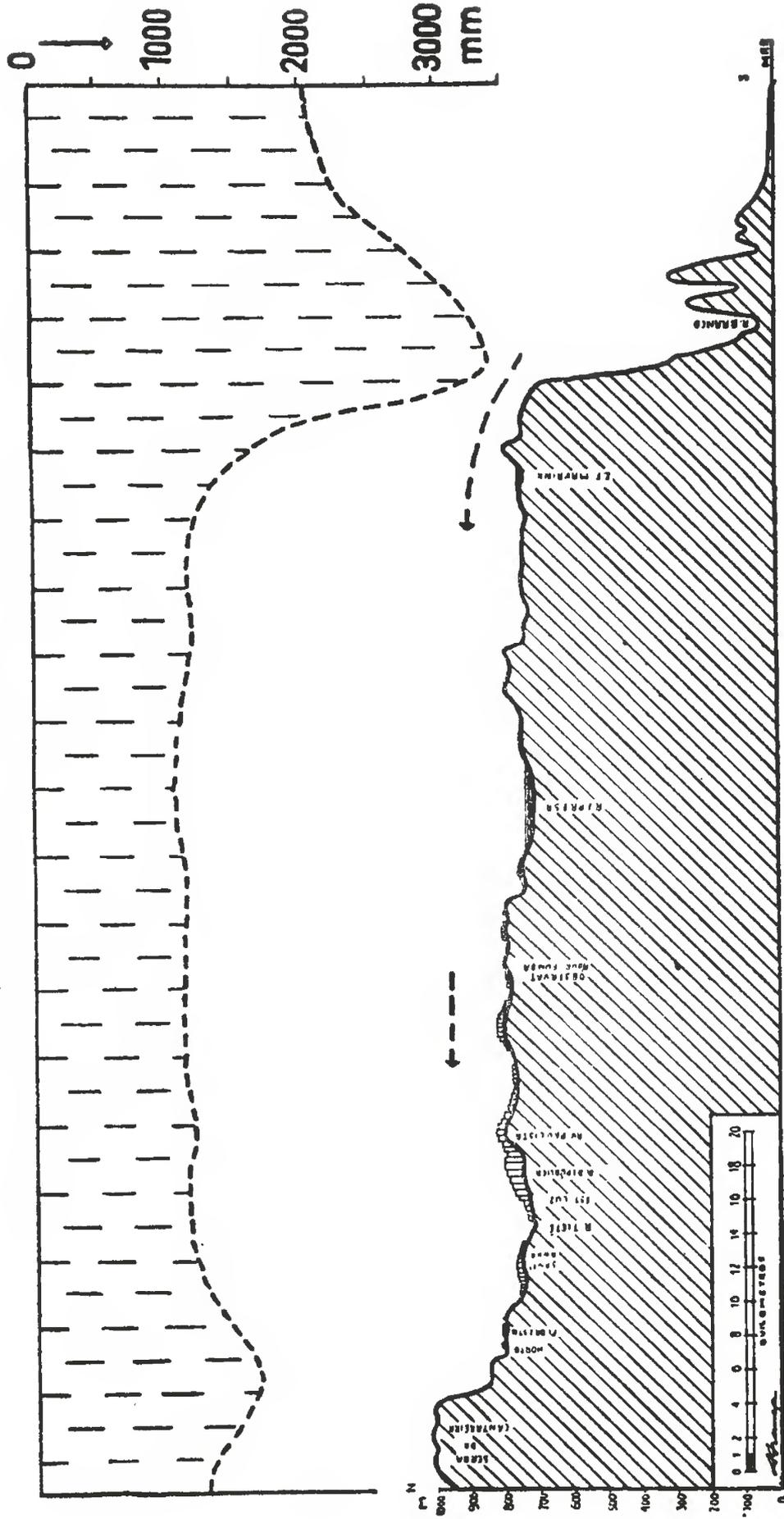


Fig. 9. — Perfil topográfico, acompanhando o meridiano, a partir da serra da Cantareira até o oceano, através da cidade de S. Paulo. ← Vento médio

	TOTAL DE VERÃO	TOTAL ANUAL
Estação da Luz	597	1327
Guarulhos	574	1340
S. Caetano	592	1274
Av. Paulista	605	1341
P. da República	572	1303
I. A. G. (Água Funda)	539	1269

No outono assinala-se diminuição geral, que caracteriza a transição para o inverno, sendo os totais, em todos os postos da região, inferiores aos da outra estação intermediária, a primavera. Esse decréscimo coincide com o enfraquecimento geral dos ventos, tanto na porcentagem de frequências (Fig. 13) como na de velocidade (Fig. 16) e deve ser atribuído à circulação.

Há, porém, uma irregularidade, que consiste na queda pronunciada da pluviosidade do Mês de Março para o de Abril (a maior diferença do ano), seguida de ligeira ascensão no valor de Maio, e que é explicada pelas perturbações próprias do equinócio e que se verificam também como indicaremos, na nebulosidade (pág. 27). A distribuição regional é mais irregular do que na estação precedente, principalmente entre postos situados na parte norte da bacia de S. Paulo (Guarulhos, com 319 mm) e na zona de colinas ao sul (S. Caetano, com 254 mm).

No inverno, caracterizado pela maior estabilidade da atmosfera e sob ação mais frequente de ventos continentais de NW (fig. 13), a diminuição atinge o máximo no mês de Julho, quando as estações da bacia de S. Paulo registram média visinha de 30 mm (Est. Luz, 29 mm — P. República, 30 — Av. Paulista, 36 — I. A. G., 27 — Butantã, 33 — Horto Florestal da Cantareira, 33 — Guarulhos, 33 — S. Caetano, 38 mm, por exemplo), correspondendo, em média, a apenas 2% do total anual. A diferença entre os postos da região, não é, portanto, elevada.

As chuvas caídas no inverno têm caráter diferente das de outras estações do ano, sendo ocasionadas, essencialmente, pelas perturbações que ocorrem após as invasões da massa polar atlântica — com ventos frios do sul — pelo predomínio que se estabelece, da massa quente e úmida Equatorial continental (Fig. 11). O ano corrente, 1945, documenta bem esse caso, pois o mês de Junho, com uma frequência de 35% (resultado provisório para o posto do I. A. G.) de ventos de NW, que, em anos normais registram porcentagem de 9,7, registrou um dos mais elevados totais mensais (superior a 200 mm, na maior parte das estações).

Na evolução do clima paulistano, verificou-se uma acentuação do período sêco de inverno, em Julho e Agosto, citada e documentada por Setzer (LV) e que, como esclarece esse autor, deve ser atribuída ao aumento da área edificada, mesmo porque, nas regiões vizinhas da bacia de S. Paulo a mesma alteração não é tão nítida.

A primavera tem o seu início assinalado por regular e generalizada ascensão das chuvas, correspondendo a maior atividade da circulação, que vai restabelecer os ventos predominantes do verão. A caminho dessa estação, registra-se aumento acentuado das temperaturas e grande variação diurna (figs. 2 e 3), instabilidade que proporciona a formação frequente de trovoadas (pág. 28). Ocorrem tanto chuvas frontais, semelhantes às do inverno, como, da grande atividade da massa Polar Atlântica, e cada vez maior da Ta, com elevada porcentagem de ventos marítimos, resulta maior umidade (fig. 5), que aumenta a nebulosidade (fig. 6) e se resolve em precipitação de garôa, ou de fortes chuvas após curtos períodos de aquecimento. A instabilidade é grande e a distribuição geográfica da chuva, semelhantemente ao verão, é pouco variada (Est. da Luz, 326 — Guarulhos, 333 — S. Caetano, 325 — Av. Paulista, 326 — I. A. G., 334). O efeito orográfico passa a destacar-se, no final da estação sobre a vertente montanhosa da Cantareira, registrando o mês de Novembro pluviosidade muito alta em relação aos outros meses da primavera (Horto Florestal, com 204 mm, que elevam o seu total, na estação para 390 mm).

g — nebulosidade, trovoadas, neblina, orvalho, geada.

Os dados referentes aos elementos do clima tratados nesta parte, não permitem observações seguras sobre a sua distribuição dentro da região de S. Paulo.

O registro da nebulosidade depende, em grande parte, das qualidades do observador e, pelo conjunto dos dados, verifica-se que não inspiram confiança os apontamentos feitos nas estações paulistas. Dois postos, por exemplo (Água Branca e Instituto de Higiene), ambos dentro da cidade de S. Paulo separados apenas por 4 km., têm uma diferença superior a 1/10 em todas as médias anuais. O de Água Branca registra valores maiores (média de 8,2). Mesmo na variação anual existem evidentes falhas, na maior parte das séries.

Os dados do I. A. G., os melhores, graças à uniformidade do critério adotado para observar a porcentagem de nuvens, mostram valores normalmente altos: 7,2 na média.

No verão, época de grande frequência de dias chuvosos, a nebulosidade é a mais elevada: Dezembro, com 8,2 (v. fig. 6). Nesse mês ocorrem 21,5 dias, em média, com nebulosidade total. Pode-se contar, no verão, com dois dias totalmente encobertos em cada grupo de três (série do I. A. G.).

Os valores mais baixos passam-se no inverno (Julho e Agosto, com nebulosidade de 5,6 e 5,7, respectivamente), com tempo firme e frequentes calmas do regime de altas pressões (fig. 12) a redução máxima das chuvas. Predominam, então, dias claros ou meio encobertos, os totalmente encobertos sendo em proporção menor do que 1/3 (Julho = 8, 7).

A primavera caracteriza-se por uma ascensão rápida da nebulosidade, em Setembro, mais vagarosa nos meses seguintes, semelhante à marcha da umidade relativa nessa estação. A anomalia de Setembro (com nebulosidade 7,2 e 13,9 dias encobertos) deve ser atribuída à circulação do ar úmido do oceano: tanto atividade maior dos ventos de SE (fig. 13) como grande frequência de invasões da frente polar.

Para a queda dos valores de nebulosidade, verificada no outono (quando Abril registra ligeira ascensão), também a explicação é encontrada na instabilidade da circulação. Ambas as anomalias (de Abril e Setembro) verificam-se nas épocas equinociais, em que se modificam as posições das massas de ar nos dois hemisférios, e em consequência de perturbações frontais (v. LII) que caracterizam esses períodos do ano, tendo sido observadas também em outras cidades brasileiras (v., por exemplo, os gráficos da nebulosidade, da umidade relativa e precipitação, do trabalho de Serra e Ratisbonna, para a cidade do Rio de Janeiro (LIII) e as observações de Coussirat de Araujo (II) sobre a circulação no outono e na primavera, no sul do país).

As *trovoadas*, que se devem à instabilidade do ar, ocorrem com frequência elevada nesses meses: Abril assinala um máximo moderado de 6 dias em média. Setembro (3,3 dias) e Outubro (5 dias) — série do I. A. G., de 1933-42 — registram, na primavera, frequência relativamente alta, em face do aquecimento solar ainda reduzido.

A época de maior frequência das trovoadas é, porém, o verão, (Fevereiro, com 13, 3 dias em média), em virtude da instabilidade local provocada pelo grande aquecimento diurno. Junho registra o mais baixo valor: 1 dia, em média, graças à grande estabilidade do ar.

Sendo 73 a média anual dos dias de trovoada, verifica-se que 1/5 do ano tem instabilidade capaz de ocasionar descargas elétricas na atmosfera de S. Paulo. A frequência deve ser maior, ao norte da bacia, na vertente montanhosa, onde aumentam as probabilidades de perturbações.

Neblina, orvalho e geada — Ao envés de instabilidade, no inverno ocorre, com alta frequência, um fenômeno que se deve à ausência de perturbações: a neblina.

É interessante observar-se que a maior frequência de dias de neblina (fig. 10) não se dá na estação de maior umidade do ar (nem, exatamente, na ocasião dos seus mais baixos valores — fig. 5), conservando uma aparente independência da umidade. Oriundo da estabilidade do ar, o nevoeiro ocorre, principalmente, na ausência de ventos e é na parte final do outono (Maio) e início do inverno (Junho), quando a proporção dos períodos de calma aumenta (fig. 13), que encontra as melhores condições para se formar.

Acompanhando a ocorrência dos dias de neblina, o orvalho forma-se, nas superfícies lisas e expostas, com maior frequência no final do outono

e durante o inverno, e menor no verão. Os resultados seguintes do I. A. G. (1933-42), ajustam-se, quasi paralelamente, aos da fig. 10:

Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
8,5	9,6	14,1	12,7	15,2	15,7	15,5	10,9	8,7	6,5	6,5	6,0

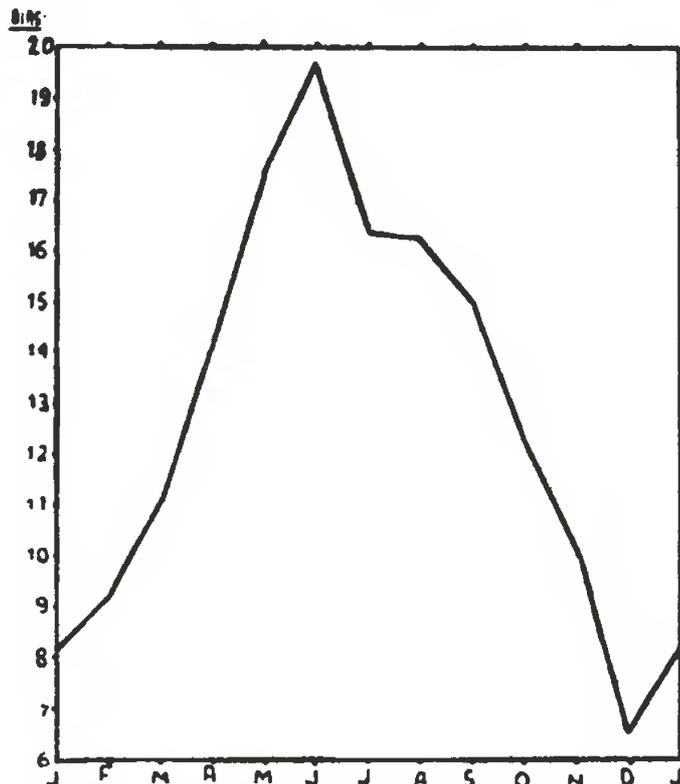


Fig. 10. — Neblina: número de dias.

Debaixo de condições de temperaturas próximas ou iguais a 0°, em madrugadas límpidas e calmas, após as invasões da frente polar fria, pode produzir-se geada. A média dos dias em que se formou, em 10 anos de observações no I. A. G. (1933-42) foi de 1,5 por ano, tendo-se dado o fenômeno somente no inverno ou no começo da primavera. Julho é o mês de maior probabilidade para a formação de geada, devido à irradiação noturna muito elevada. As geadas, porém, não ocorrem todos os anos; ao contrário, apenas nos em que se manifesta elevada atividade da massa Pa (fig. 13), como em 1938 e 1939, por exemplo, quando se verificaram 3 dias de geada nos respectivos meses de Julho (*).

As observações desses dois últimos elementos pode ser aplicado, em parte, o que dissemos atrás (pág. 27) sobre a irregularidade nos registros da nebulosidade. Como ocorrem à noite ou nas madrugadas, quando os observadores estão ausentes dos postos, deixam de ser registrados, ou se os registram imperfeitamente.

(*) O fenômeno das geadas, que ocorre em grande parte do Estado, é dos que têm sido observados há mais tempo na região, figurando frequentemente em obras ou relatórios dos séculos passados (v. XIII, XLIII). Saint Hilaire, erradamente, atribue às geadas a exclusão de cafeeiros e da cana de açúcar da região de S. Paulo.

IV — EVOLUÇÃO DO TEMPO

INTRODUÇÃO

Para a Geografia, a análise dos elementos do clima e das suas combinações interessa na medida em que exprime situações reais da camada atmosférica ligada diretamente a *locais* da superfície do Globo e como base para apreciar o comportamento de fenômenos geográficos relacionados com o clima.

As condições reais, que ocorrem com duração mais ou menos prolongada, denominam-se tipos de tempo e a moderna climatologia baseia-se na sua caracterização e sucessão habitual acima de um lugar (v. LVII).

Diferentes dessas ideias, encontramos as da antiga climatologia, em que o clima é a manifestação de condições, principalmente de temperatura e pluviosidade, observadas no decorrer de situações passageiras da atmosfera, mas expressas em médias, o que, na realidade, é um recurso à abstração. O estudo das situações ou estados passageiros ficava reservado à meteorologia.

É certo que ainda hoje climatologistas e meteorologistas orientam-se por normas e para rumos diferentes; os primeiros dedicando-se ao estudo do que ocorre nas camadas de ar que recobrem imediatamente a superfície de um lugar, o que vale dizer, para o campo da Geografia. Para os meteorologistas não interessando diretamente o que se passa na superfície, mas o estudo das massas de ar, principalmente das colocadas muito acima da superfície e subtraídas às influências desta, a questão é colocada em outros termos, os da Física.

Climatologistas e meteorologistas falam, assim, linguagens diversas, mas o campo de seus estudos forma um todo que não pode ser dividido.

Porém somente graças aos esforços de alguns geógrafos de hoje, como De Martonne (XXX), Sorre (LVII), Haurwitz-Austin (XX) e outros, foram demonstradas as possibilidades de colaboração íntima e de

(LVII), págs. 13 e 20.

(XXX), Cap. V.

(LVII), pág. 13.

(XX), cap. V.

ajustamento dos pontos de vista entre os dois domínios, e o interêsse da Geografia, em utilizar, não só os dados mas também a nomenclatura e as análises, que hoje têm como ponto de partida as massas de ar, nos trabalhos de climatologia.

O presente estudo é uma tentativa para aplicar ao clima de S. Paulo tal tendência e, ainda, os conhecimentos da meteorologia brasileira que, nos últimos anos, registraram colossal avanço, com os trabalhos de Serra e Ratisbonna (L, LI, LII) e outros, que deixamos de citar, por não serem de interesse imediato para esta tese, e que foram, com muita felicidade, aplicados ao estudo do clima do Distrito Federal, em uma monografia de Serra (LIII).

Para o geógrafo, as combinações dos elementos do clima devem ser encaradas apenas em face das condições da superfície de um lugar, as quais modificam os característicos e comportamento das massas de ar. São essas condições que permitem a ocorrência de tipos de tempo, na sua “sucessão habitual”, que, de acôrdo com Sorre, constituem a “ambiência atmosférica” definida como clima (LVII).

Dois fatores principais condicionam essa sucessão, no decorrer do ano: a quantidade de calor solar recebido pela superfície e o predomínio temporário de uma massa de ar, sujeitos ambos às feições geográficas do lugar. Esses fatores são as causas fundamentais da evolução do tempo e dos aspectos resultantes, que analisaremos na parte final deste estudo, em relação às quatro estações do ano.

O primeiro fator, termo-dinâmico, tem em S. Paulo uma marcha regular durante o ano, dada a situação da cidade, na latitude do trópico de Capricórnio.

O Sol realiza sobre a Capital paulista um percurso anual que vai desde a máxima altura no solstício de verão (podendo atingir o zenite), até a declinação maior, relativa à latitude, na metade do ano (solstício de inverno). A situação, neste particular, traduz maior analogia com as zonas do Brasil meridional, do que com as outras grandes regiões brasileiras, estas em latitude mais baixa e possuindo anualmente dupla periodicidade termo-dinâmica, própria das regiões equatoriais e sub-equatoriais.

A influência do fator termo-dinâmico na marcha anual dos elementos do clima é preponderante; é ele o responsável pela variação das temperaturas observadas nos vários meses e, através das quantidades de calor, influi nos outros componentes do clima, como a verdadeira causa da manifestação e evolução dos elementos, nesse complexo. Outros fatores intervem: por exemplo, em S. Paulo, a nebulosidade relativamente alta dos meses de Dezembro e Janeiro (que deveriam registrar a maior insolação) e a limpidez dos dias de Junho a Julho (quando o sol permanece por menor tempo diariamente acima do horizonte) atenuam os exageros; êstes ocorreriam, se fôsse permanente uma daquelas condições no decor-

rer de todo o ano. A situação seria análoga à dos desertos tropicais caso predominasse em todos os meses a nebulosidade baixa do inverno.

Dentro da bacia onde se localiza a cidade de S. Paulo há diferenças locais bem nítidas quanto ao fator termodinâmico, que citamos apenas de passagem diante da inexistência de observações (que só foram anotadas nos antigos postos da Praça da República e da Avenida Paulista e no I. A. G., em ocasiões diferentes, mas em situação idêntica dentro da região). A maior diferença deve ser entre a área menos elevada, de terrenos planos ou ondulados, considerada em conjunto, e as encostas meridionais das elevações situadas ao norte da cidade, menos expostas aos raios solares, pela sua situação em latitude sul.

Manifestando-se a influência do fator termo-dinâmico através das quantidades de calor absorvidas pela superfície, é natural que a região montanhosa registre, ainda, grandes contrastes locais, com vertentes muito batidas pelo sol e outras subtraídas à sua ação direta, contribuindo para essas alterações micro-climáticas o revestimento florestal denso.

Devem ser mais variados os micro-climas — e de maior interêsse, por que ligados diretamente ao homem e às suas atividades — dentro da área urbana da capital paulista, onde se acumulam os homens e onde são tão variadas as superfícies, expostas ou não, aos raios solares. Limitamo-nos, porém, a esta pequena referência, em face da inexistência de dados, não sendo possível por óra ensaiar qualquer estudo sôbre o assunto, por exêmplo no gênero do que é aconselhado por Sorre (LVI), ou do realizado por Mouriquand, no monumental “Tratado” dirigido por Piéry (XXXII).

a — *massas de ar*

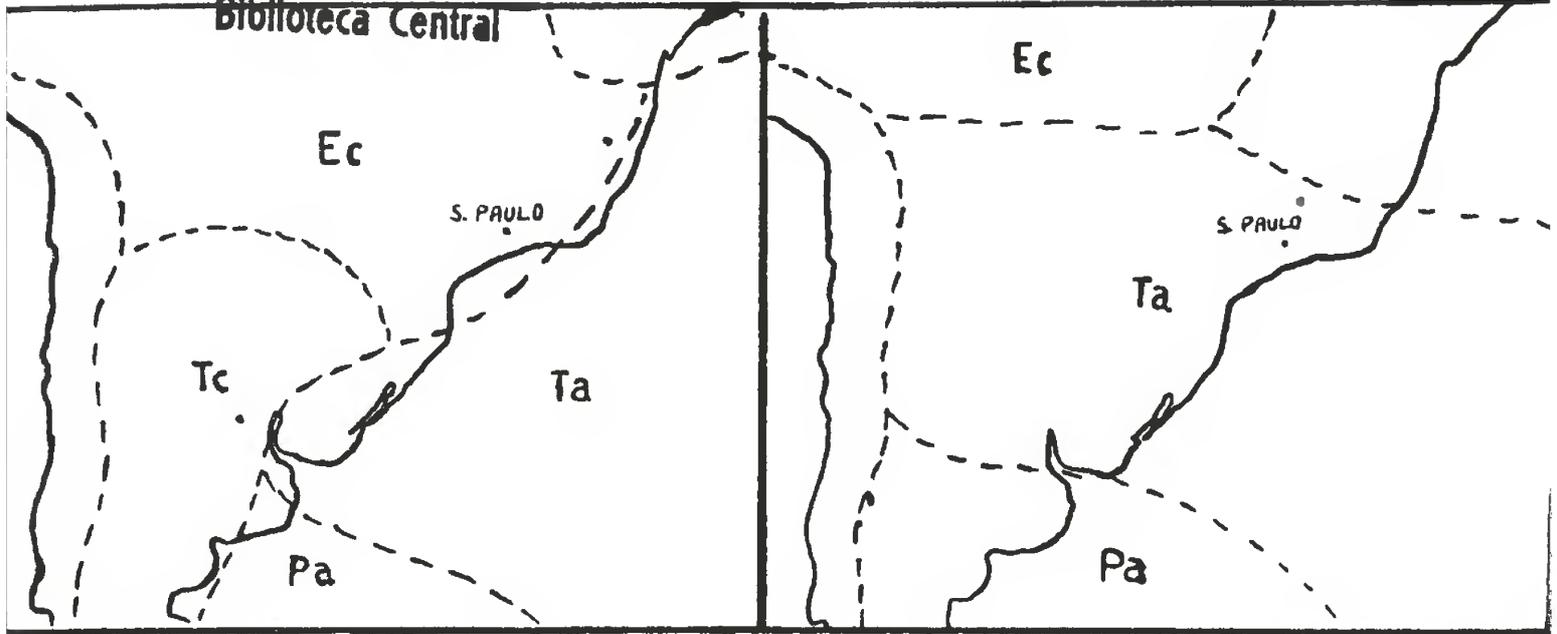
No estudo do clima da cidade de S. Paulo, visando principalmente a caracterização dos tipos de tempo e a sua sucessão no decorrer do ano, interessa conhecer os característicos e posições relativas de três das grandes massas de ar do hemisfério sul, as quais, estendendo-se a partir das respectivas regiões de origem até e além da região de S. Paulo, produzem todas as combinações típicas do nosso clima. São elas a Tropical Atlântica (*Ta*), a Equatorial Continental (*Ec*) e a Polar Atlântica (*Pa*), cujas posições médias e em relação à cidade de S. Paulo aparecem na figura n.º 11, extraída do excelente trabalho dos mestres da nova meteorologia sul-americana, Adalberto Serra e Leandro Ratisbonna, “As massas de ar da América do Sul” (LII).

Fomos buscar nessa monografia, que é o que se escreveu de melhor sôbre a atmosfera do continente sul americano, e em outras, de Serra (L, LI), ou de outros autores (XLIV, XLV, XLVI, I), os conhecimentos das características e posições geográficas que individualizam cada uma das três massas de ar, no que se relacionam com o presente estudo, o que apresentamos em resumo:

Faculdade de Filosofia
Ciências e Letras
Biblioteca Central

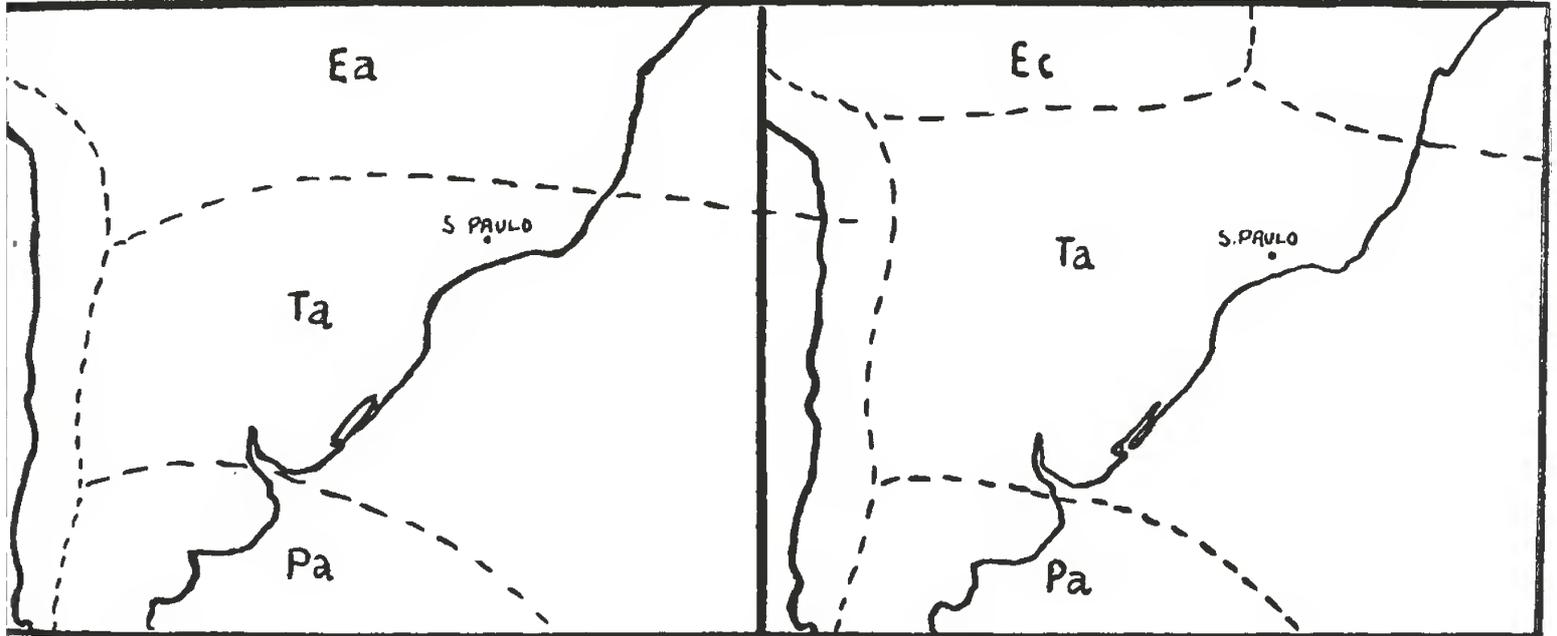
VERÃO

OUTONO



INVERNO

PRIMAVERA



MASSAS DE AR, SEGUNDO A.SERRA e L.RATISBONNA
("As massas de ar da América do Sul")

Ec - Equatorial continental
Ta - Tropical atlântica

Pa - Polar atlântica
Tc - Tropical continental

Fig. 11.

A massa Tropical Atlântica, originada na zona de altas pressões do anticiclone estacionado permanentemente sobre o Atlântico (v. cap. IV, b), é quente e úmida perto da superfície e seca em grande altitude (devido à subsidência). Até 3000 m do nível do mar sobre o continente e 1500 m sobre o Oceano (alturas da inversão de temperatura), a massa *Ta*, é convectivamente instável, na costa oriental da América do Sul, com forte gradiente térmico, especialmente no verão (devido ao aquecimento da superfície), o que ocasiona precipitação e trovoadas. A sua umidade relativa, que abaixo do nível superior de inversão é muito elevada, produz ainda chuvas no inverno, por ascensão frontal.

No outono, inverno e primavera, a massa *Ta* estende o seu domínio em grande área do continente sul americano, dominando absolutamente sobre a região de S. Paulo. No verão, com o enfraquecimento do centro anticiclônico permanente onde se origina, recua em direção ao mar (fig. 11).

Mais equilibrada do que a massa *Ta*, ao atingir a atmosfera de S. Paulo, é a Equatorial Continental, em virtude da maior altura (> 2000 m) sobre terras e do longo percurso que faz, desde a depressão continental interior (Amazônia) onde se forma, enquanto que a primeira (*Ta*) chega a S. Paulo depois de sofrer violenta transformação, na passagem da superfície do mar para o planalto, ao ascender sobre a forte escarpa litorânea.

Caracterizam a *Ec* “os valores mais elevados de todas as massas” (LII), no que diz respeito aos elementos do clima, como umidade relativa em freqüente condensação, temperaturas altas em todos os níveis e instabilidade, que produz chuvas e trovoadas quasi diárias.

Chegando a dominar sobre a capital paulista durante o verão, (fig. 11), a massa *Ec* ocasiona tipos de tempo comparáveis aos das zonas equatoriais, apenas atenuados pela altitude e regime continental do clima local (v. cap. III, d). No final da primavera, achando-se em progresso em direção ao sul, pode ela atingir a capital paulista, o que acontece nos anos mais chuvosos. Não aparece, normalmente, no outono ou no inverno.

A massa Polar Atlântica, formada nas altas latitudes do hemisfério, pode atingir a região de S. Paulo, onde chega periodicamente a sua frente (v. parte final do cap. IV, c), infiltrando-se entre o sólo e qualquer das outras massas que, no momento, esteja dominando. Caracterizam-na a falta de subsidência, que permite a aquisição de forte umidade desde a superfície até os níveis superiores (que atingem até 1500 a 3000 m de altitude, diminuindo à medida que se aproxima do equador) e a baixa temperatura de toda a massa, que contrasta fortemente com os valores elevados da *Ta* e de *Ec*, abaixo das quais se introduz na região da capital paulista.

Na latitude de S. Paulo, a massa *Pa* não chega, como as duas precedentes, por uma extensão normal da sua área, senão no inverno; porem, como pequenos ou grandes jactos (bolsas) de ar frio, que constituem

“anticiclones móveis de fim de família”, segundo Serra e Ratisbonna (LII).

De uma outra massa de ar, a Tropical continental, formada sobre a parte central da zona tropical sul americana (região do Chaco), diremos, em poucas palavras, que não interessa no estudo do clima da cidade de S. Paulo. Ela pode aparecer nesta região, mas incorporada às frentes polares da massa *Pa*, “da qual, muitas vezes, constitúe o setor quente” (v. LII).

Todas as massas de ar que atingem a região de S. Paulo chegam alteradas (transicionais) nos seus característicos, muito mais a *Ta* e a *Pa* do que a *Ec*, pois as duas primeiras, tendo as suas regiões de origem sobre o oceano, como os nomes indicam, são modificadas ao vencerem as escarpas do litoral já muito perto da capital paulista. A *Ec*, formando-se sobre o continente, sofre transformações menores no longo percurso até a cidade de S. Paulo, pois não encontra pela frente nenhum acidente topográfico comparavel ao paredão que, do outro lado, faz a transição violenta do mar para o planalto. Os ventos formados na *Ta* e na *Pa*, que atingem a bacia de S. Paulo depois de uma ascensão superior a 800 m, nas escarpas do litoral, submeteram-se a um resfriamento, em média de 5° C, acompanhado de redução da umidade, cuja medida é dada pelas fortes precipitações da Serra do Mar (v. fig. 9 e XXIX).

Quando predomina a circulação normal, com ventos gerais de SE na superfície, é mais frequente a massa *Ta*. Tal situação abrange a maior parte do ano: outono, inverno e primavera (Fig. 11).

No outono e inverno, a *Pa* é importante, se bem que de domínio transitório, por ocasião das invasões da sua frente (anticiclones móveis do sul — v. cap. IV, c).

No verão, verifica-se a substituição da *Ta* pela *Ec*, entrando em declínio a frequência dos ventos superficiais de SE e aumentando os de NW (fig. 13).

A respeito dessa alternância das massas de ar, numa apreciação sobre o predomínio médio de cada uma das que distingue (as mesmas de Serra e Ratisbonna, apenas com a antiga denominação da *Ec* como Tropical continental — v. LI), Sampaio Ferraz acha que existe em S. Paulo “conveniente proporcionalidade das diferentes massas de ar mais relevantes. Nenhuma destas predomina com excessos desastrosos, senão de muito raro em raro” (XLVI).

É impossível, no momento atual, determinar a frequência, durante o ano do predomínio das massas de ar na atmosfera paulista. Sómente

(LII), pág. 17.

(LII), pág. 25.

(LII), pág. 19.

(XXIX), pág. 157.

(XLVI), pág. 435.

em anos vindouros, com o aproveitamento, para estudos sobre o clima, das observações da estação aerológica instalada no Aeroporto de S. Paulo, neste ano de 1945, tal estudo poderá ser tentado.

b — *circulação geral*

A circulação geral, na latitude em que se localiza a cidade de S. Paulo, é governada por duas grandes células, uma de altas pressões localizada sobre o Oceano e outra de baixas que dominam no interior do continente (v. LII). A primeira constitui o anticiclone semi-fixo, ou centro de ação do Atlântico Sul e a segunda a depressão continental de origem térmica, localizada na parte central da América do Sul, e tendo por centro, permanentemente, a bacia amazônica. Nelas originam-se, respectivamente, as massas de ar *Ta* e *Ec*, referidas no capítulo anterior.

Entre o inverno e o verão as pressões dos dois centros variam, apresentando os solstícios situações extremas: o de verão, com a extensão

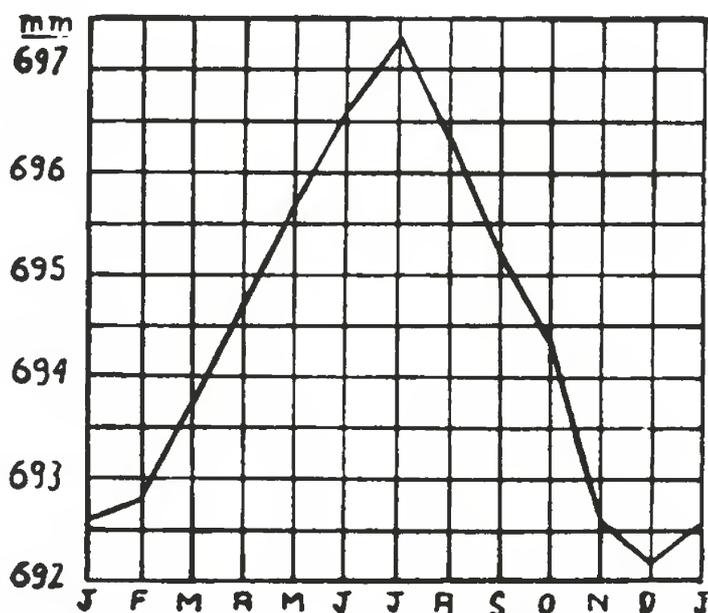


Fig. 12. — Pressão média, reduzida a 0° C. — (I. A. G. — 1933-42).

máxima da depressão continental, diante da qual recua para E o anticiclone do Atlântico, então enfraquecido e menos ativo; o solstício do inverno, com a situação inversa, de máximo avanço do centro de ação do Atlântico Sul sobre o continente.

Tal alteração se reflete em São Paulo, no regime das pressões, que apresentam um máximo de inverno e mínimo de verão, seguindo uma marcha regular nas estações intermediárias (v. fig. 12). E, em virtude do grande contraste observado entre o continente e o oceano, pôde-se

(LII), págs. 3-5.

falar em um regime de monção de verão (v. LII), que se traduz em profunda penetração de ventos marítimos de SE em S. Paulo, em direção à depressão térmica continental.

A grande alteração observada nas pressões do verão até o inverno na capital paulista (fig. 12) não é acompanhada de oposição completa da circulação e dos elementos com esta relacionados, devendo-se atribuir o seu exagero a fatores locais, uma vez que o interior do continente não se resfria muito na estação fria (situação tropical) e, conseqüentemente, não se verifica a monção do inverno, como ensinam Serra e Ratisbona (LII).

As estações intermediárias, outono e primavera, apresentam alterações na latitude de São Paulo, por ocasião dos equinócios. Em ambos os períodos, porém, registra-se mais prolongado domínio do centro de ação do Atlântico, o que dá para a cidade de São Paulo maioria de dias com alta pressão no decorrer do ano (270 dias, contra 95 de baixas de acôrdo com Belfort de Mattos (IV).

No inverno, é preciso notar ainda a existência de um centro de ação secundário, conseqüente do resfriamento acentuado, que se processa sôbre o sul do Brasil e Uruguai (LII) e que, extendendo-se até São Paulo, reforça as pressões já normalmente elevadas, sendo responsável, principalmente pela forte porcentagem de calmas observadas nesse período (v. fig 13).

e — *circulação secundária e local*

A fonte das perturbações secundárias na circulação geral da atmosfera, na região em estudo, é a massa polar atlântica (*Pa*), cuja descrição, baseados na literatura então citada, fizemos na parte inicial deste capítulo sôbre dinâmica atmosférica (letra a).

Em todas as estações do ano a massa polar emite prolongamentos, que chegam à atmosfera da cidade de S. Paulo, perturbando-a e produzindo fenômenos típicos de latitudes mais elevadas. As *frentes* que, assim, penetram na região, chegam do sul e são acompanhadas de ventos frios, dessa proveniência, que substituem, por períodos mais ou menos longos, de 8 a 10 dias, no máximo, a circulação geral da latitude.

Antes da sua chegada, sopram na superfície ventos locais, de componente N (com grande intensidade, tendo chegado a registrar até 64 km por hora, de acôrdo com Junot X), que prenunciam a invasão Desce a pressão, em conseqüência de forte aspiração do ar à frente das ondas de frio, que chegam a seguir.

(LII), pág. 3.

(LII), pág. 5.

(LII), pág. 4.

(X), pág. 478.

É maior a frequência dessas ondas na primavera, registrando-se ainda valores elevados no outono e no inverno. Raras são as penetrações do verão. De acôrdo com Sampaio Ferraz (XLV), “todo o anticiclone móvel que alcança a região do Estado de S. Paulo, atinge a cidade bandeirante”.

A conformação da bacia de S. Paulo, cujo horizonte de colinas não é limitado por elevações maiores, em direção à descaída do litoral (figs. 1 e 1b), de onde lhe chegam as frentes frias, favorece as erupções da massa polar sôbre a cidade, devendo-se contar com uma frequência maior da sua frente na capital, do que em regiões mais interiores. Há, porém, exagero na afirmação de que “mesmo os menos intensos” anticiclones moveis (trabalho citado, de Sampaio Ferraz, idem) conseguem atingir a capital, porquanto estes ficam retidos nas escarpas do litoral e são, abaixo do nível do planalto, cavalgados pela massa de ar (*Ta* ou *Ec*) que, no momento, domine sôbre a atmosfera da região de S. Paulo (v. LII e LV).

Em diferentes ocasiões, cronistas dos séculos passados referiram-se às ondas sulinas de frio, que constituem a principal manifestação da circulação secundária na atmosfera de S. Paulo. O fenômeno impressionou a muitos, pela queda da temperatura, mas não conhecemos registros da sua ocorrência, senão a partir de 1888 (pôsto da Escola Normal da P. da República), e isso mesmo, só quando acompanhados pela formação de *geada*. Esta foi anotada em diversas ocasiões, sabendo-se, por exemplo, que em 1842 uma forte onda de frio, e outras mais fracas, ocasionaram grandes estragos nas plantações das chácaras localizadas dentro da cidade. Em 1870, de 22 a 29 de Junho, teve logar um dos mais longos períodos de frio intenso, com geadas em todas as noites (v. IV).

O fenômeno *geada*, porém, embora registrado do fim do século passado para cá, não é o único ocasionado pelas perturbações das ondas frias; e a sua ocorrência revela apenas condições extremas de temperatura e umidade, que podem ou não acompanhar as invasões polares. Falta-lhe um ciclo definido nas frequências, tendo, assim, deixado de aparecer de 1902 a 1918 para, neste último ano, ser registrada uma das mais violentas e desastrosas quedas da temperatura, nos dias 24, 25 e 27 de Junho; e, a partir dessa ocasião, registrando-se, irregularmente, em 1,3 dias por ano, em média, nas observações do antigo Observatório da Avenida Paulista, até 1934, e 1,5 de 1933 a 1942, nos dados do I. A. G. (*).

(XLV), pág. 435.

(LII), pág. 32.

(LV), n.º 37, págs. 8-9.

(*) As únicas referências a possíveis quedas de neve na região de S. Paulo, encontramos em Belfort de Mattos, que cita vagamente a sua ocorrência na Av. Paulista, em Junho de 1918, em Cotia e no Alto da Serra, sem mencionar datas e em condições que nos parecem absurdas: “... a temperatura do ar desce bastante, indo abaixo de 0° C e forma-se a *geada*, aparecendo a neve nos pontos mais expostos à forte depressão térmica” (IX, pág. 512).

Nos meses de verão não se registram geadas. Elas são mais frequentes no inverno e ocorrem em menor escala na primavera e, ainda, no outono.

Finalmente, é preciso assinalar que além dos ventos de N ou NW que precedem as invasões da frente polar, a bacia de S. Paulo é propícia ao estabelecimento de uma circulação regular, de outros ventos locais. Porém, os postos meteorológicos, mal ou insuficientemente aparelhados, em geral, não acompanham os seus percursos.

Situando-se a cidade a distância relativamente pequena do litoral (v. fig. 1), é certo que as brisas de mar, que sopram normalmente naquela área, chegam à capital paulista, como Belfort de Mattos já assinalara (IV). Ao Sul da cidade, a bacia de S. Paulo apresenta, uma passagem ampla (v. fig. 1-b), que é percorrida, na entrada da noite, pela brisa marítima. Soprando depois do máximo diurno das 14 horas, essas brisas frescas são verdadeiras “duchas” que o paulistano recebe antes do anoitecer e um dos fatores mais favoráveis à atividade humana. As observações, a partir das 15 horas, (e as das 21 horas, nos postos que fizeram registro tri-diurno do vento — o antigo da Av. Paulista, o do Butantã), registraram durante todo o ano o sopro regular da brisa de SE, ativado no verão e na primavera, em consequência da depressão local de origem térmica, que se forma sobre a região de S. Paulo, sendo também observada nas outras estações.

d — ventos

Passamos a analisar os ventos após havermos observado as principais fontes da circulação atmosférica, que interessam à capital paulista.

Para isso, recorreremos, principalmente, à série de observações do I. A. G. (*), que registra anotações nas 24 horas do dia, feitas em um local descampado, do bairro de Água Funda. É a única estação meteorológica, das atualmente existentes na bacia de S. Paulo, que possui dados aceitáveis, no que diz respeito aos ventos.

Pela fig. 13 (**), observa-se franco domínio das correntes de E—SE—S, em todas as épocas do ano.

Na primavera e verão, estes ventos são mais ativos, soprando com maior frequência (superior a 30%) em dois períodos: o primeiro, abrangendo o mês de Outubro e o segundo os de Dezembro e Janeiro. Além desses dois máximos, verifica-se outro, com valores menores, no outono,

(*) Servimo-nos dessa fonte de informações, para o traçado das figs. 12, 13, 14 e 16, que acompanham este capítulo. É necessário, em face das irregularidades das observações (aparelhos mal colocados e poucas anotações no decorrer do dia, principalmente), usar com muita cautela os dados dos outros postos (antigos Observatórios da Praça da República e da Avenida Paulista e postos do Instituto de Higiene, Água Branca, Butantã e Horto Florestal).

(**) Utilizámos, para o traçado dessa figura (e também para a de n.º 15), um modelo de gráfico, apresentado pela primeira vez por Gehrke (XIX) e por nós descrito e aplicado aos ventos da cidade de S. Paulo, anteriormente (XVIII). Esse tipo de diagrama substitui doze rosas do vento, mensais, simplificando a sua representação e permitindo, em um só golpe de vista, distinguir as principais correntes e, com um desenho só, analisar a frequência dos ventos.

começando antes mesmo dos primeiros dias de março e extendendo-se por esse mês e, principalmente, por Abril. Os menores valores são assinalados na parte final do outono e nos primeiros meses do inverno, quando predomina a estabilidade do ar, traduzida em grande frequência de calmarias.

Os ventos de E—SE—S, transportando a umidade recolhida nos níveis inferiores da massa Tropical Atlântica, ou da Polar Atlântica, nos seus percursos sôbre o mar, a partir das respectivas fontes, chegam à bacia de S. Paulo, depois de forte ascensão nas escarpas do litoral (v.

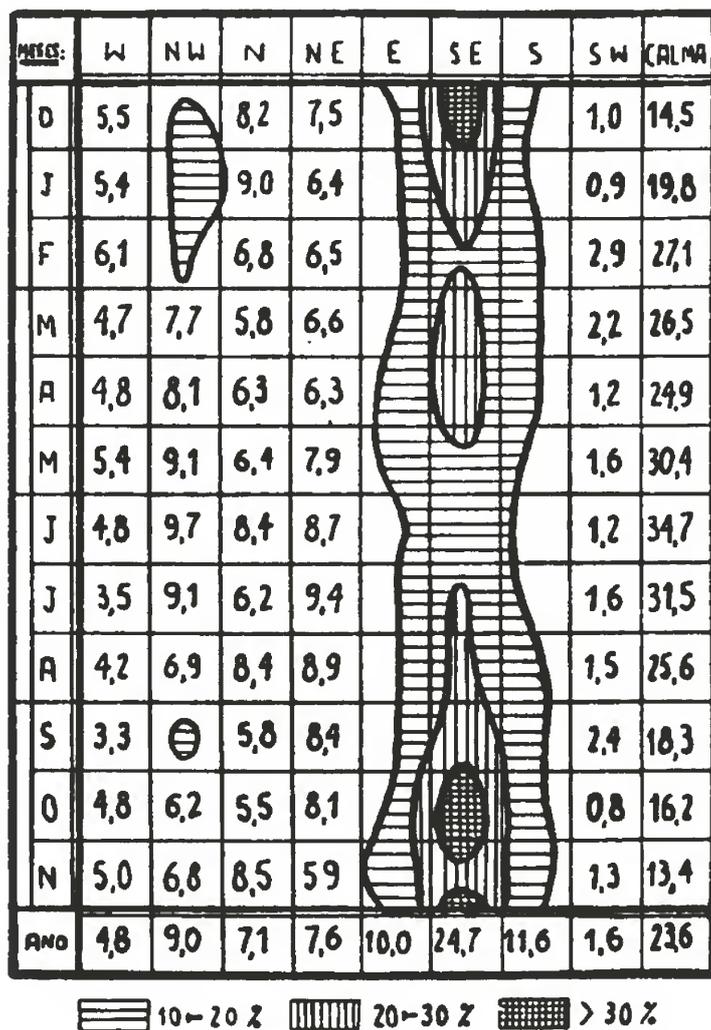


Fig. 13 — Frequência dos ventos (I. A. G. — 1934/41).

figs. 9 e 14). Deixaram libertar-se ali grande parte de sua umidade; mas ainda transportam para a capital paulista e sua região quantidades enormes de vapor d'água, responsabilizando-se, principalmente, pela elevada umidade relativa (fig. 5), que favorece as precipitações. É espetáculo comum, principalmente nos períodos de chuva, a chegada de sis-

temas compactos de nuvens, formadas sôbre o relevo montanhoso do litoral e impulsionadas pelas correntes de E—SE—S, sôbre a capital paulista.

Embora sejam estes os ventos predominantes, a velocidade que alcançam é moderada. Na fig. 16, isso é confirmado pelas pronunciadas quedas de velocidade, nos meses do verão e em Abril e Outubro, que são, justamente, os das mais elevadas frequências dessas correntes de ar.

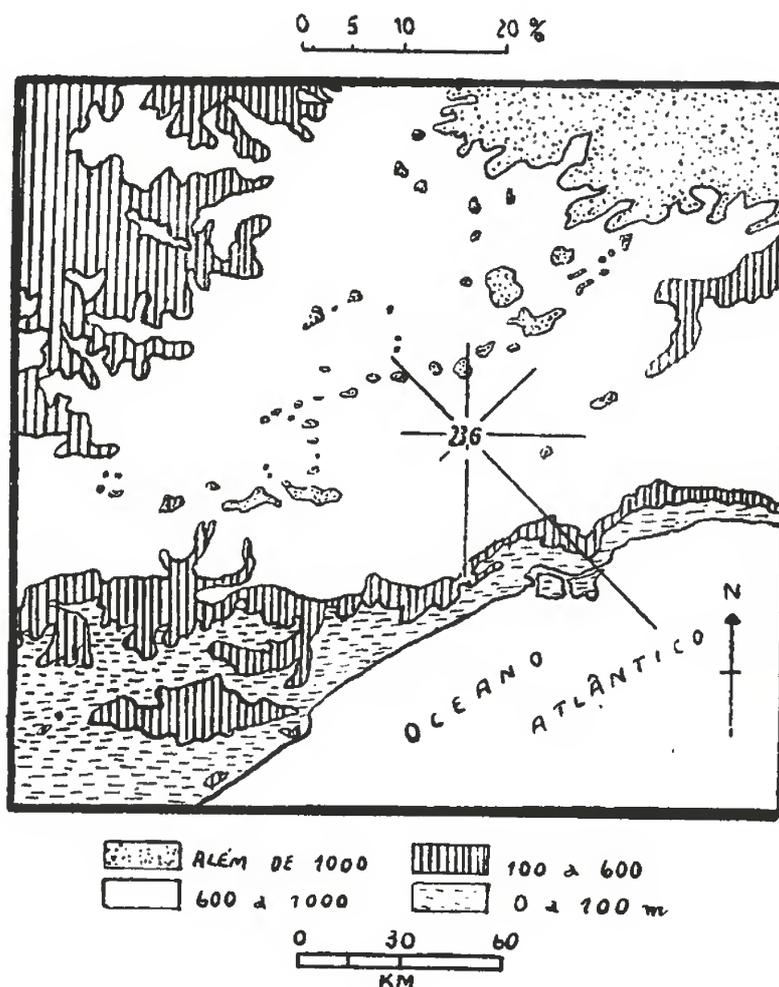


Fig. 14 — Rosa dos ventos (I. A. G. — 1934/41).

(A escala colocada na parte superior da figura, refere-se à rosa dos ventos).

Os ventos gerais de E e SE que atingem a região de S. Paulo, formam-se dentro da massa tropical atlântica, originando-se no anticiclone semi-fixo do Atlântico Sul (v. circulação geral pg. 36-37), e dirigem-se para a depressão de origem térmica da massa equatorial continental. Por esse motivo, são muito ativos no verão.

As baixas frequências assinaladas no inverno, devem-se, pelo contrário, ao regime anticiclônico que, então, se instala na região de S. Paulo. Ambas as situações (a máxima frequência do verão e a mínima da estação

oposta), estão refletidas na marcha do barômetro (fig. 12), no decorrer do ano.

As máximas de primavera (em outubro) e do outono (em abril), devem-se ao reforço das correntes gerais de SE, trazido pelas perturbações secundárias da frente polar.

Em todas as estações, mas principalmente no verão, as correntes locais de SE (brisas) concorrem para aumentar a frequência dos ventos predominantes da região de S. Paulo, soprando com regularidade — salvo em períodos de perturbações secundárias — depois do máximo térmico visinho das 14 horas. As observações de todas as estações localizadas na bacia paulistana, registram, assim, frequências exageradamente altas dos sópros de SE, nas primeiras horas da noite (anotações das 19 ou das 21 horas) e as anotações horárias do I. A. G. mostram que as brisas dessa direção passam a soprar a partir das 15 ou 16 horas, a princípio moderadamente.

A conformação da bacia de S. Paulo, com forte descaída e ausência de elevações nos seus limites meridionais (figuras 1 ou 1-b), facilita a penetração das influências marítimas sôbre a capital bandeirante, através das correntes de E—SE—S.

Esses ventos, no período quente do ano, têm caráter de monção oceânica, fazendo erupção no continente à medida que as massas *Ta* e *Pa* recuam em direção às respectivas fontes (fig. 11 — VERÃO), e intrometem-se entre a massa depressionária *Ec* e a superfície. Em grande altitude, predominam, contudo, os movimentos circulatórios regulares e gerais, denominados alísios (de NE em S. Paulo) (XLV).

No inverno, esboça-se na região da capital paulista um falso regime de monção continental, com um notável acréscimo na frequência dos ventos de NW—N—NE. Mas não chegam a formar-se correntes gerais, do continente em direção ao Oceano, nem as correntes continentais daquela proveniência conseguem predominar (fig. 13).

Os ventos de NW—N—NE constituem o segundo grupo de correntes que movimentam a atmosfera da bacia de S. Paulo, sendo NW o mais frequente. Essas correntes quentes descendo as escarpas das montanhas que contornam a bacia de S. Paulo ao norte e a oeste, transportam calor. Depois de submetidas a rápida descompressão, chegam a soprar com violência sôbre a cidade e arredores (v. circulação local), ocasionando uma série de perturbações nos organismos vivos, que se traduzem em sensações de mal estar para o homem — e constituem um excelente assunto para estudos de climatologia biológica.

Em geral, essas correntes precedem as invasões da frente polar (especialmente as de N e NW) e “podem ser inteiramente locais”, como observou Sampaio Ferraz (XLV). Com esse caráter, ocorrem no verão,

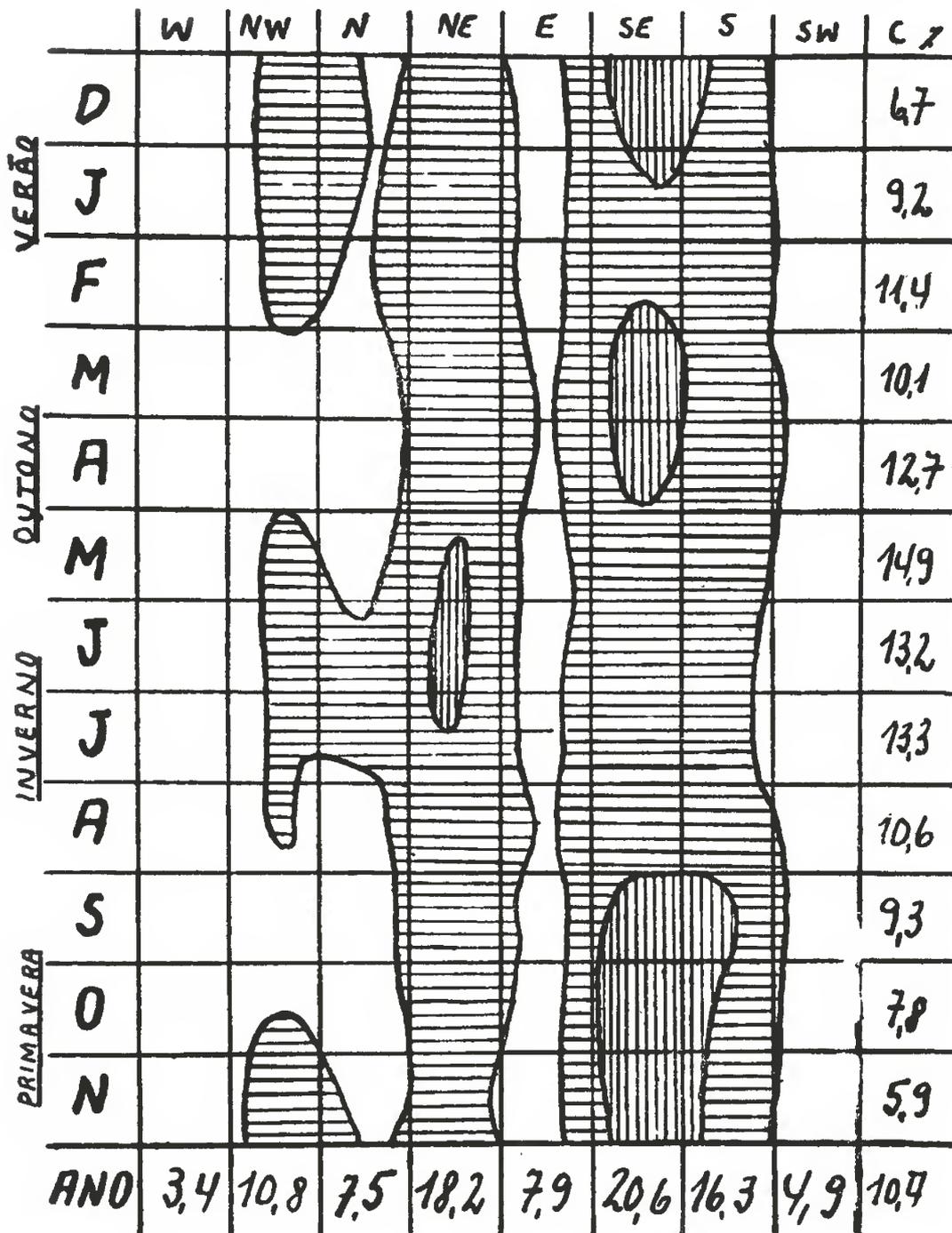
(XLV), pág. 432.

(XLV), *idem*.

NORMAIS DO OBSERVATÓRIO
(AVENIDA PAULISTA)

1902-1921

- De acordo com Belfort de Mattos: "O CLIMA DE S. PAULO"



≡ 10-20%

|||| 20-30%

Fig. 15 — Frequência dos ventos no antigo observatório da Avenida Paulista (1902-1921, de acordo com Belfort de Mattos — IV)

quando se registra o máximo de suas frequências, sendo ocasionadas pela aspiração do ar, na bacia de S. Paulo, provocada pelo aquecimento diurno.

Um outro máximo observa-se no fim do outono e durante o inverno (sua frequência não chegando a atingir 10%). Suspeitamos que se trate de uma brisa que, às tardes, desce das montanhas para a bacia de S. Paulo, favorecida pela estabilidade típica do período e ocasionada pelas temperaturas relativamente altas da área da cidade, nas horas de Sol (v. amplitude térmica do inverno, fig. 3) (*).

No antigo Observatório da Avenida Paulista, Berfort de Mattos (IV) obteve resultados, particularmente para os ventos de componente N e para as porcentagens de calmas, completamente diversos dos anotados no excelente pôsto do I. A. G. Não é possível, porem, confiar nas suas “normais”, registradas em más condições quanto à localização dos aparelhos (XXII) e que estampamos, sem mais comentar, em um diagrama de Gehrke, na figura 15.

Finalmente, devemos assinalar os insignificantes valores dos ventos de W e SW. Em conjunto, constituem um setor inativo que, tanto na fig. 13 como na 15, serviu-nos de separação entre as colunas, com o fim de colocar em destaque as correntes de E—SE—S e NW—N—NE, que movimentam a atmosfera da capital paulista. Como a frequência das correntes

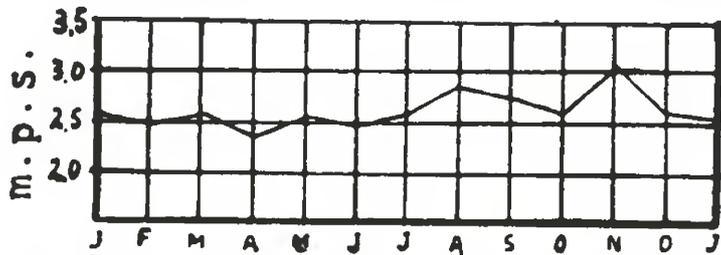


Fig. 16 — Velocidade dos ventos (I. A. G., 1934 — 1942).

de E—SE—S é a maior em todas as estações do ano, as porcentagens de calmarias seguem uma marcha que se faz na razão inversa da que caracteriza as variações dos referidos ventos, considerados em conjunto.

e — primavera

Abrangendo os meses de Setembro, Outubro e Novembro, é um período assinalado por transições irregulares, do inverno para o verão.

A-pesar-de se registrar, no decorrer da estação, progressivo aumento na duração do dia, a marcha das temperaturas não acompanha, paralelamente, essa ascensão. Isso se deve à queda considerável da insolação, no

(*) Os registros da estação que poderia, talvez, observá-la próximo à fonte (Horto Florestal da Cantareira), não permitem conclusão alguma. Ao envez de ventos de componente N, essa estação registra prolongadas calmas, quando sopram aquelas correntes na cidade.

(IV), valores normais.

(XXII), pág. 461.

final do inverno e início da primavera, justamente quando aumenta a nebulosidade (e devido a esta), embora a radiação transmitida pelos raios solares esteja em franca ascensão até o verão. As amplitudes diurnas da temperatura, registrando valores muito elevados no início da estação, começam a decrescer até a sua parte final.

Outro fator de perturbações na marcha ascendente das temperaturas, é a penetração, maior do que nas outras estações, da frente polar. Em Setembro, registram-se as maiores frequências de ondas frias, podendo-se contar com uma média de 8 a 9, entre grandes e fracas, nos anos normais, enquanto Outubro e Novembro dão valores de 6 e 4, respectivamente, (algumas com duração de 2, 3 e mais dias).

A essas invasões frias deve-se atribuir o aumento considerável da umidade e da nebulosidade na primavera, pois é transportado, então, para a atmosfera de S. Paulo, o ar úmido da massa polar atlântica.

Os aumentos da nebulosidade e frequência de invasões polares, impedem, assim, a subida normal das temperaturas no decorrer da primavera, sendo esta feita por saltos, para cima ou para baixo, de uma série de dias para os espaços de tempo seguintes.

É a época de maior instabilidade geral, com grande frequência de ventos, especialmente os de componente S. A estes, frios e úmidos, deve-se o aumento que se registra na precipitação da primavera, em relação à estação precedente. As chuvas ocorrem, não em consequência de trovoadas, que são muito raras (embora sejam frequentes as descargas elétricas secas, na parte inicial da estação), mas da umidade e frio transportados pelas ondas do sul, e prolongam-se, sob a influência dessas perturbações, por vários dias seguidos.

À medida que se aproxima o verão, e que se registra maior aquecimento da superfície, aumentam as precipitações ocasionadas pelas trovoadas locais, passando-se ao regime de chuvas típicas da citada estação. É o que acontece no mês de Novembro, principalmente.

Tanto a circulação geral como a secundária são ativas na primavera, descendo as calmas às porcentagens de frequência mais baixas do ano. É nessa época que os ventos atingem maiores velocidades, especialmente os de SE. A circulação local, de brisas provenientes dessa direção, reforça-os; pelas tardes e entradas das noites, verificam-se, em consequência, os mais altos valores na intensidade da circulação.

Os valores da pressão, normais se considerarmos todo o período, são elevados no início, mas caem regularmente, no decorrer dos meses de primavera, o que permite a ocorrência das grandes perturbações da circulação secundária, diferentemente do que acontece no inverno.

O contrário ocorre com a neblina, que é muito freqüente na primeira parte da primavera, quando também ocorre névoa seca, mas que aparece raramente no período final (novembro), de condições já semelhantes às do verão.

f — verão

Extendendo-se pelos meses de Dezembro, Janeiro, Fevereiro e alcançando até o de Março, o verão caracteriza-se pelas temperaturas elevadas, tanto nas médias mensais como nas máximas e mínimas. É o período de maior duração do Sol acima do horizonte, mas a forte nebulosidade da região de S. Paulo determina, então, uma queda nos valores da insolação, o que produz médias moderadas de calor (*).

Com nebulosidade ocasionalmente baixa, registram-se as máximas absolutas exageradas do verão. Os valores altos da nebulosidade e o forte aquecimento diurno, em virtude, da maior radiação transmitida pelos raios solares, impedem uma irradiação noturna muito forte e as mínimas apresentam-se relativamente altas. Daí provém a menor das amplitudes do ano, que se registra nessa estação. Mas, muito raramente, ocorre uma noite quente, graças ao sôpro regular da brisa de SE, a partir da entrada da noite.

Nessa estação, domina na atmosfera da capital paulista a massa equatorial continental; o regime barométrico é de forte depressão, com o recuo do anticiclone do Atlântico Sul e grande instabilidade, ocasionada pelas perturbações locais, causadas pelo aquecimento irregular da superfície.

Com o aquecimento, diurno, produzem-se, às tardes, trovoadas, que desencadeiam chuvas torrenciais. Estas perturbações elétricas, no seio da massa úmida equatorial continental, são responsáveis pelo elevado total da precipitação, registrado no período.

O verão registra grande atividade da circulação: a geral, muito ativa, em consequência de forte gradiente térmico estabelecido entre o continente e o oceano, determinando verdadeira monção, de SE; a secundária, devida à penetração da frente polar, fraca mas determinando períodos prolongados de pluviosidade, em consequência da ascensão e resfriamento do ar úmido da massa equatorial; a circulação local, com brisas frescas de SE, soprando com regularidade a partir da entrada da noite, e dando a estas temperaturas moderadas, apesar do predomínio da massa *Ec* (**).

A agitação do ar durante as noites, e as temperaturas relativamente altas da estação, impedem a formação de nevoeiro, fenômeno que tem uma frequência baixa, a menor do ano, no verão. Pelas mesmas razões, não ocorre geada.

(*) Os valores ainda elevados da temperatura em Março, quando já está em decréscimo a duração do dia, devem-se a um aumento da insolação, pois a nebulosidade diminui nesse mês.

(**) As observações aerológicas devem registrar uma inversão de temperatura, acima do nível atingido pelas ondas frescas da brisa de SE, uma vez que, acima desta está colocada a massa quente e úmida equatorial-continental.

g — *outono*

É uma estação relativamente curta, no clima da cidade de S. Paulo, em virtude do prolongamento do regime de verão até o mês de Março, em consequência da circulação e da nebulosidade. Abrange a parte final de Março e os meses de Abril e Maio.

Caracteriza-se pela queda regular da temperatura à medida que se faz a substituição da circulação do verão (por ocasião do equinócio) e que enfraquece a radiação solar, diminuindo a duração dos dias.

Os valores do outono, em geral, situam-se muito próximos das médias anuais.

O mês de Abril, marcando as perturbações próprias da estação, caracteriza-se pela maior atividade da circulação, embora os ventos apresentem-se com velocidade pequena e os períodos de calma sejam muito frequentes no decorrer da estação. Sucedem-se às perturbações de Abril, dias calmos e límpidos, embora sujeitos a elevada amplitude térmica, no mês de Maio.

A queda lenta das temperaturas, no decorrer da estação, é acompanhada pela da nebulosidade, salvo em Abril, que registra um pequeno máximo desta. As chuvas, cujos totais caem rapidamente, no decorrer do outono, assinalando uma irregularidade, comparável à da nebulosidade, são causadas principalmente pelas perturbações secundárias, que têm um dos seus máximos nessa estação. Verificam-se dias de chuva ocasionados por perturbações locais, idênticas às do verão, na parte inicial da estação. As trovoadas têm, entretanto, pequena frequência, ocorrendo raramente em Maio.

Os valores da pressão sobem normalmente no decorrer da estação, acompanhando, em ordem inversa, a queda da temperatura e da umidade relativa.

Emquanto no princípio do outono é rara a existência de nevoeiro, a sua parte final marca uma das máximas frequências, nas noites calmas, frias e úmidas de Maio, principalmente. É rara a formação de geada, que, normalmente, não ocorre nas noites de frio ainda moderado, do outono.

h — *inverno*

Abrange os meses de Junho, Julho e Agosto, e é a época do ano que se caracteriza, além dos baixos valores da temperatura, pela maior estabilidade do ar e bom tempo. Raríssimas são as trovoadas e pouco frequentes outras perturbações.

Domina, absolutamente, sobre a atmosfera de S. Paulo, a massa tropical atlântica. A capital permanece sob o domínio do anticiclone semi-fixo do Atlântico Sul, que resiste, na superfície, com suas altas pressões,

então reforçadas, às invasões das frentes frias. Estas, nessa ocasião, seguem rotas preferivelmente continentais no sul do Brasil, e a região de S. Paulo não é tão atingida pelas invasões frias do Sul, que lhe chegam do mar. Diminue, portanto, a frequência de ventos dessa componente, em relação ao outono. Aliás, decai a frequência dos ventos em geral, e também a sua velocidade, registrando-se um aumento dos períodos de calma. Os ventos continentais, de componente N, porém, chegam com maior frequência do que na estação anterior.

Na parte final do inverno já a atmosfera de S. Paulo é perturbada por fortes ventanias, provenientes de S, que aumentam os valores da velocidade e frequência da circulação no mês de Agosto.

A-pesar-da duração menor do dia os valores mínimos da nebulosidade contribuem para elevar os da insolação, relativamente à estação anterior. Mesmo com valores altos de insolação, não chegam a registrar-se temperaturas máximas muito elevadas, devido à menor radiação transmitida pelos raios solares na época do solstício de inverno. Entretanto, não chegam a cair muito, do que resulta variação relativamente pequena das máximas no decorrer do ano.

As mínimas, entretanto, são as mais baixas do ano, o que se deve ao resfriamento progressivo, próprio do inverno, e à grande radiação noturna, devida à limpidez da atmosfera e menor atividade da circulação, refletindo a maior estabilidade do ar, característica do inverno paulistano. A amplitude térmica sóbe, conseqüentemente, não só na média do período, como alcança os máximos diurnos.

Ao resfriamento noturno acentuado e à estabilidade, devem-se, ainda, a frequência muito grande de nevoeiros e de névoa seca, nos dias sem chuva do inverno.

Os baixos valores da nebulosidade, observados nessa estação, são acompanhados de redução das precipitações. Os dias e os valores da queda de chuva atingem ao mínimo, na ausência das perturbações que as ocasionam nas outras estações, sendo o inverno um período de quasi ausência de trovoadas ou de perturbações na circulação.

Em raros anos, quando o anticiclone semi-fixo do Atlântico apresenta-se enfraquecido (o que, em S. Paulo, é refletido por um regime de pressões do inverno relativamente baixas), a região é invadida pelos anticiclones móveis da massa polar, que, transportando grande umidade além das escarpas do litoral ocasionam invernos chuvosos.

V — CONCLUSÕES

Pelos característicos resultantes da situação geográfica e topográfica da bacia de S. Paulo, é possível concluir pela existência de um clima local, que se caracteriza, fundamentalmente: por temperaturas moderadas, sujeitas à grande oscilação; pelos valores elevados da umidade, nebulosidade e precipitação, esta com um regime de outono, superposto ao normal, que é o das zonas tropicais; pela ocorrência de perturbações freqüentes na ambiência do tempo, acompanhadas de fenômenos diversos (trovoadas, neblinas, garôas, formação de orvalho, geadas).

Sob o predomínio de duas massas de ar instáveis (tropical atlântica e equatorial continental), que se sucedem no decorrer do ano, e perturbações periódicas ocasionadas por uma terceira massa, a polar atlântica, processa-se a evolução do tempo, caracterizando-se cada estação do ano pelas condições que podem ser resumidas da seguinte maneira:

Inverno (Junho, Julho, Agosto): maior insolação relativa do ano; queda nos valores da temperatura, precipitação, nebulosidade, e umidade; tempo estável, com calmarias frequentes ou ventos fracos; poucas perturbações secundárias. *Primavera* (Setembro, Outubro, Novembro): ascensão das temperaturas, da nebulosidade, da umidade e das chuvas; amplitudes térmicas muito elevadas; grande instabilidade, com perturbações secundárias (frentes frias) frequentes, no início, e locais (trovoadas), na parte final; grande atividade dos ventos. *Verão* (Dezembro, Janeiro, Fevereiro, prolongando-se até Março): reduzida insolação relativa, apesar da forte radiação solar; valores máximos de temperatura, nebulosidade, umidade e chuvas; pequena amplitude térmica e baixa pressão; instabilidade da atmosfera, com atividade grande da circulação secundária e perturbações locais (trovoadas frequentes). *Outono* (parte de Março, Abril, Maio): insolação relativamente forte; valores de temperatura, pressão e umidade próximos do normal do ano; queda acentuada nos valores da precipitação, porém com irregularidade em Abril; perturbações na circulação em Abril, mas pequena atividade e velocidade dos ventos.

Na parte final da análise de um complexo climático, é lógico perguntar-se em que tipo deve ser incluído.

Deixando de lado as classificações antiquadas de Draenert (XVII), Peixoto (XXXV-XXXVIII) e outras, que são muito gerais e de nenhuma significação diante dos conceitos atuais, devemos lembrar que autores brasileiros, como Morize, Delgado de Carvalho e Serebrenick, procuraram colocar o clima de S. Paulo dentro das variedades que distinguiram para o Brasil, valendo-se de critérios perfeitamente compreensíveis, em face da documentação escassa e geral de que se valeram.

Para Morize (XXXI), é “temperado brando, semi-úmido, do interior”, tipo esse que corresponde ao “temperado semi-úmido do planalto”, de Carvalho (XIV).

De acôrdo com a classificação mais moderna, de Serebrenick (XLVII, XLVIII, XLIX) o clima paulistano seria “temperado úmido, com isoter-mia” característica das regiões tropicais (*tiU*). Julgamos, porém, que nenhuma dessas classificações atende ao caso especial da bacia de S. Paulo, que, apenas no conjunto regional de que participa, pode ser designada sob termos gerais.

Outros autores procuraram classificar o clima da capital paulista e dos seus arredores dentro de variedades das grandes divisões feitas para todo o Globo. O esforço mais sério, nesse sentido, foi o de Setzer (LV). Utilizando a classificação de Thornthwaite, aquele autor verificou que a cidade de S. Paulo deveria ser incluída no tipo BB'r, isto é “clima úmido mesotermal *sem época seca*.” Basta volver às páginas anteriores deste trabalho para verificar-se o absurdo dessa afirmação. É que a classificação de Thornthwaite (LIX), que foi feita especialmente para as zonas temperadas, distingue dentro dos limites muito amplos, número muito pequeno de variedades climáticas nas regiões sujeitas ao regime de chuvas tropicais.

Em compensação, a inclusão do clima paulistano na classificação de Koeppen, é muito mais satisfatória, uma vez que, de acôrdo com Setzer (trab. cit), pertenceria à variedade *Cwb*, que se define como “temperado de inverno sêco”; e, por que o mesmo critério permite ainda distinguir, nas vertentes úmidas situadas ao norte (encostas da Cantareira) e ao Sul (nas proximidades da escarpa litorânea: região das repêras da Light), um tipo climático diferente: *Cfb* (“temperado com inverno menos sêco”).

Procuramos classificar o clima da capital paulista pelo critério de De Martonne (XXX, tome 1er), que, infelizmente, não faz referência alguma à bacia do Alto Tietê. Não foi possível incluí-lo no tipo “senegalês”, que se apresenta no planalto brasileiro até as imediações da bacia paulistana, mesmo descontando as diferenças de temperatura impostas pela maior altitude da região, porque a circulação, proveniente do dinamismo das massas de ar, lhe confere uma fisionomia climática especial.

(XXXI), pág. 48.

(XIV), págs. 482-498.

(LV). n.º 37, pág. 51-63 e mapas anexos.

Procurando aplicar ainda um critério do citado autor (obra citada tome 1er, pág. 233), que consiste em apreciar a “umidade em função da temperatura”, (*), verificamos que nenhum mês em S. Paulo, pode ser considerado sêco: Julho, que registra a menor precipitação, quasi chega ao limite da aridês.

Aplicando, porém, para o chamado *índice de aridez* a fórmula do mesmo autor (idem, idem), obtem-se para o mesmo mês (Julho) um resultado (15,1), dentro dos limites (20) dos meses considerados áridos. Julho é o único mês sêco, na Capital, pois os demais têm valores acima do limite referido, alguns exagerados como se pode observar na seguinte tabela:

Índice de aridez do mês:

$$\frac{P \times 12}{T + 10}$$

T = temperatura média, em gráus centígrados.

P = precipitação, em mm.

S. PAULO	(DADOS DA FIG. 7)
Janeiro	83,3
Fevereiro	71,4
Março	57,6
Abril	27,2
Maió	27,7
Junho	24,6
Julho	15,1
Agosto	24,5
Setembro	37,7
Outubro	50,3
Novembro	59,2
Dezembro	73,6

O valor anual da aridez, na capital paulista (47,8), calculado pelo mesmo índice (sem a multiplicação de P por 12), e os valores dos meses, respectivamente, mais sêco (Julho) e mais chuvoso (Janeiro), permitem comparar o seu clima com o da cidade mineira de Juiz de Fóra (tropical) e o de Teresópolis, no Estado do Rio de Janeiro (tropical de altitude, super-úmido), como se pode verificar pelos respectivos valores:

(*) Consideram-se áridos os meses cujo valor da precipitação, em cm. seja inferior ao dobro da temperatura média, dada em gráus centígrados.

Índice de aridez

	TERESÓPOLIS (*) (alt. 910 m, lat. 22° 26'S) (dist. do mar 60 km)	S. PAULO (alt. 818 m, lat. 23° 33'S) (dist. do mar 55 km)	JUIZ DE FORA (*) (lt. 680 m, lat. 21° 46'S) (dist. do mar 120 km)
Mês mais chuvoso	155	83,3	123
Ano	94,9	47,8	49,9
Mês mais sêco	28,6	15,1	5,4

Os índices referentes a Teresópolis e Juiz de Fôra, se levarmos em consideração as suas situações geográficas, permitem, por comparação, definir o clima local da capital paulista, dentro dos climas das terras altas do Brasil, como tropical úmido das altitudes, influenciado pela proximidade do mar.

Concluindo, devemos acentuar que nossa intenção não foi a de proceder a um estudo estritamente climatológico, mas a de realizar uma pesquisa plenamente geográfica, completando o estudo climático por um exame das relações entre os micro-climas paulistanos e as diversas manifestações da vida vegetal e das atividades humanas, e analisar a resistência e as reações dos organismos vivos, em face das condições de ambiência atmosférica, que se sucedem na cidade de S. Paulo.

A existência desta grande cidade tropical de brancos e o seu desenvolvimento moderno, bastam para mostrar uma forma interessante de relações entre o clima e os agrupamentos humanos.

Consideramos, assim, o presente estudo como introdução a uma pesquisa mais vasta, mais ambiciosa e também mais delicada, que nos conduzirá ao âmago de um problema de Geografia Humana.

(*) v. (XXXI), págs. 97 e 92.

A P Ê N D I C E

Tendo procurado salientar os característicos, principalmente no que se refere à evolução dos elementos do clima, seria natural que êste trabalho evoluísse para conclusões sôbre os *tipos de tempo* e a sua sucessão na capital paulista.

Em um estudo dedicado aos climas do Estado de S. Paulo, Sampaio Ferraz (XLV, pág. 436) apresentou uma classificação em oito “tipos de tempo” que seriam “fundamentais” e que ocorreriam com frequências mais ou menos definidas, no Brasil Meridional. Porém, o que êsse autor chama de tipo “francamente distinto” (tr. cit., pág. 433) nada mais é do que uma condição média, de predomínio temporário e sucessivo, das massas de ar.

Sampaio Ferraz admite que há “múltiplas nuances” (obra cit.) das condições que ele chama tipo de tempo. Julgamos, porém, preferível considerar essas “múltiplas nuances” como sendo os verdadeiros tipos de tempo — ao envez de o fazer para as condições gerais de que resultam.

O estudo dos tipos de tempo, nêsse sentido, de condições muito especiais e variadas, só pode ser tentado em trabalhos de micro-climatologia, o que excluiu a cidade de S. Paulo, com as suas séries meteorológicas insuficientes, das nossas cogitações sôbre o assunto. Preferimos, então, acrescentar a êste trabalho, não um capítulo sôbre a caracterização, e ocorrência dos tipos de tempo (que não podem ser computados) na deficiência de informações meteorológicas, mas apenas alguns exemplos de situações típicas, relacionadas com as massas de ar da fig. 11 e verificadas por ocasião da ocorrência de condições de tempo citadas no texto deste trabalho.

Para isso, recorreremos às Cartas do Tempo do Serviço Nacional de Meteorologia (LIV), de que destacamos as dos períodos: de 17 a 20 de Fevereiro de 1940, de 20 a 22 de Outubro de 1941 e as dos dias 9 de Abril de 1944 e 13 de Julho de 1940 como bastante típicas. O ideal seria a utilização dessas cartas, com freqüência, no decorrer do capítulo IV. As de que dispuzemos (LIV), estão, porém, em grande parte incompletas principalmente no que se refere aos dados sôbre as estações da rêde paulista (versos das cartas), especialmente os da cidade de S. Paulo.

V E R A O

Exemplo de um período chuvoso, sob condições normais de predomínio da massa equatorial continental, com perturbações locais (trovoadas frequentes).

(chuva em S. Paulo totalizando 132,5 mm.)

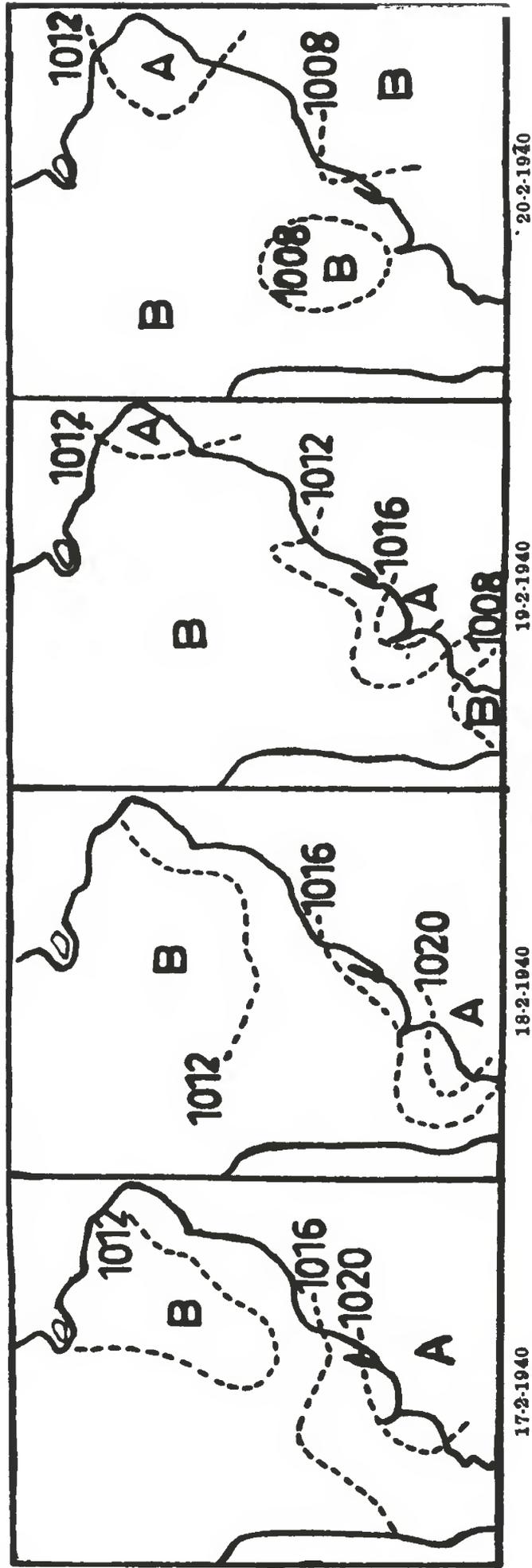
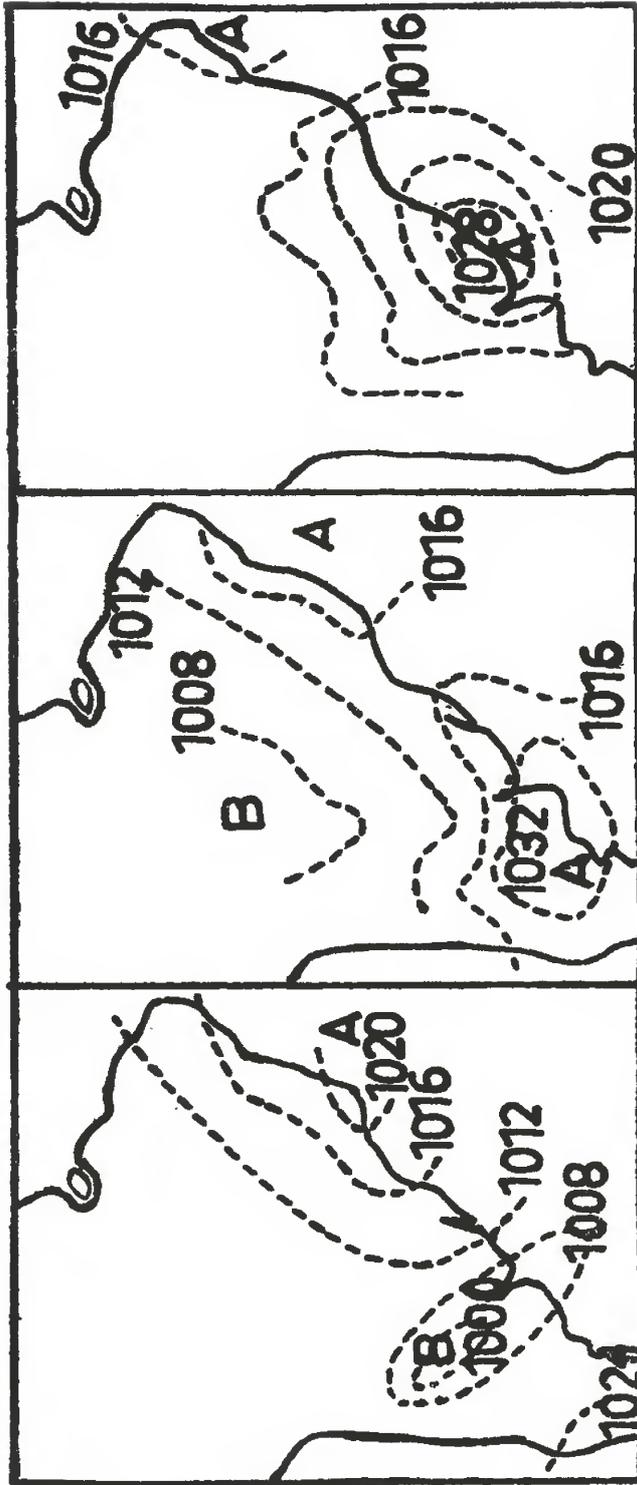


Fig. 17

PRIMAVERA

Exemplo de invasão da massa polar (*Pa*), com recuo do anticiclone do Atlântico Sul. A temperatura baixou, na cidade de S. Paulo, registrando-se a mínima absoluta de $+5^{\circ}\text{C}$ no terceiro dia.



20-10-1941

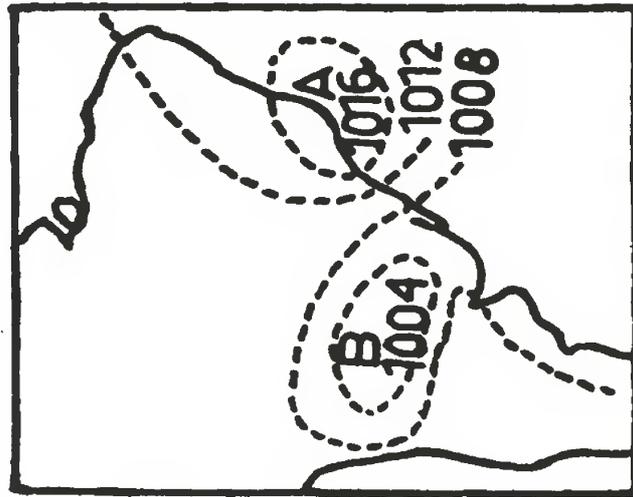
21-10-1941

22-10-1941

Fig. 18

OUTONO

Exemplo muito freqüente da posição do anticiclone do Atlântico quando ocorre em S. Paulo tempo sêco e calmo, com céu nublado.

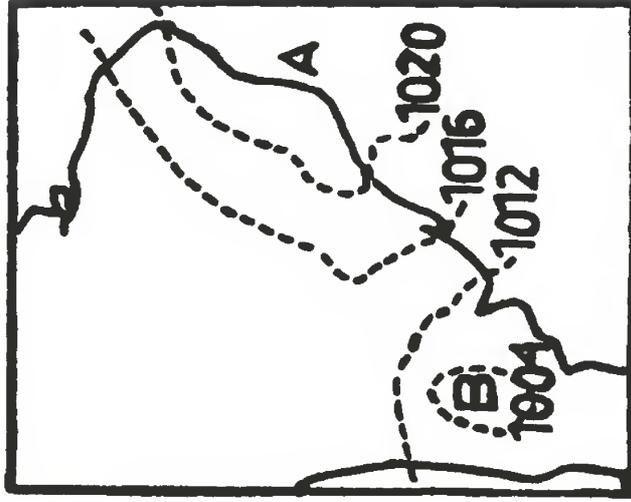


Dia 9-4-1944

Fig. 19

INVERNO

Situação barométrica muito freqüente nos dias de inverno sêco, com predomínio do anticiclone do Atlântico Sul.



Dia 13-7-1940

Fig. 20

BIBLIOGRAFIA

- I — ————— — *Análise prática das condições meteorológicas peculiares à costa oriental da América do Sul — Secção de Meteorologia da Panair do Brasil* Rio, 1942.
- II — *Araujo, Ladislau Coussirat de — Memória sobre o clima do Rio Grande do Sul — Serv. Inform. Minist. Agric., Rio, 1930.*
- III — *Azevedo, Aroldo de — Os subúrbios de S. Paulo, Bol. Ass. Geo. Bras., n.º 4, 59-69, 1944.*
- IV — *Belfort de Matos, J. N. — O clima de S. Paulo — Serv. meteor. do Est. de S. Paulo, 1925.*
- V — *Idem. — Breve notícia sobre o clima de S. Paulo, Serv. Meteor. Est. de S. Paulo, S. Paulo, 1905.*
- VI — *Idem. — O serviço meteorológico e o clima do Est. de S. Paulo, idem, idem, 1908.*
- VII — *Idem. — Em defesa do clima do Est. de S. Paulo — S. Paulo, idem, idem, 1910.*
- VIII — *Idem. — O clima do Est. de S. Paulo — idem, idem, 1913.*
- IX — *Idem. — Contribuição para o clima de S. Paulo — Bol. Soc. Agr. — p. 507-562, S. Paulo, 1918.*
- X — *Idem. — Série dos Boletins da Com. Geogr. e Geol. do Est. de S. Paulo,*
- XI — *Blair — Climatology (General and regional) Prentice-Hall, N. York, 1942.*
- XII — ————— — *Boletim de Agricultura — Secr. Agr. Est. São Paulo, Serv. Públ. Agricola, 1900-1931. Anuário da Sec. da Agricultura, S. Paulo, 1931-1941.*
- XIII — *Cardim, Fernão — Tratados da terra e da gente do Brasil, Col. "Brasiliana", vol. 168, Cia. Edit. Nac. S. Paulo, 1939.*
- XIV — *Carvalho, C. M. Delgado — Météorologie du Brésil — John Bale Sons & Danielsson, Londres, 1917.*
- XV — *Deffontaines, Pierre — Regiões e paisagens do Estado de S. Paulo: Primeiro esboço de divisão regional — "Geografia", ano I, n.º 2, 1935, S. Paulo.*
- XVI — *Idem. — Geografia Humana do Brasil — Ed. Cons. Nac. Geo., Rio, 1940.*
- XVII — *Draenert, Frederico M. — O clima do Brasil — Tip. Lith. Carlos Schimidt — Rio, 1896.*
- XVIII — *França, A. — Notas sobre a frequência dos ventos na cidade de S. Paulo — Bol. Ass. Geo. Bras., n.º 4, pgs. 29-34, 1944.*
- XIX — *Gehrke, Willis T. — "The winde flow diagram" — An. of the Ass. of American Geographers, vol. XXXIV, March 1944, pgs. 63-66.*
- XX — *Haurwitz, B., Austin, F. M. — Climatology — Mac Graw, New York, 1944.*

- XXI — *Huntington, E., Willians, F., Valkenburg, S. — Economic and Social Geography* — John Wiley & Sons, N. York, 1933.
- XXII — *Junot, Lucas R. — Estudo da temperatura da cidade de S. Paulo* — An. IX Congr. Bras. Geogr., vol. II p. 460 — 488, Rio, 1942.
- XXIII — *Idem. — As chuvas da cidade de S. Paulo* — Arq. Hig. Saúde Pública, ano VIII, n.º 18, p. 9-90, S. Paulo, Maio de 1943.
- XXIV — *Idem. — Boletim Pluviométrico da cidade de S. Paulo* — Serv. Clim. Hidr. do Inst. Geogr. Geol., São Paulo, 1941.
- XXV — *Idem. — Boletins Meteorológicos do Inst. Geogr. e Geol.*, vols. I, II, III, IV anos de 1938 a 42, S. Paulo.
- XXVI — *Kendrew, W. G. — The climates of the Continents* — Oxford University Press, N. York, 1942.
- XXVII — *Knoch, K. — Klimakunde von Südamerika* — Verl. Gebr. Borntraeger, Berlim, 1930.
- XXVIII — *Koepen, Wladimir — Grundriss der Klimakunde. Zweite verbesserte Auflage der "Klimate der Erde"*, Walter De Gruite Co, Berlim, 1931.
- XXIX — *Martonne, Emm. de — Problemas morfológicos do Brasil trop. Atlântico* — Rev. Bras. Geo., p. 155-176, Rio, 1944.
- XXX — *Idem — Traité de Géog. Physique: Climatologie*, Tome Ier., Libr. A. Colin, Paris, 1934.
- XXXI — *Morize, Henrique — Contribuição ao estudo do clima do Brasil*, Impr. Nacional — Rio, 1922.
- XXXII — *Mouriquand, G. — "Climatopatologie Urbaine" — "Traité de Climatologie Biologique et Medicale"*, de M. Piéry, Tome II, Livr. VI, pgs. 1167-1174, Paris, 1934.
- XXXIII — ——— — *Normais climatológicas* — Serv. Meteor. Minist. Agric., Serv. Inform. Agric., Rio, 1941.
- XXXIV — *Orlando, Arthur — Clima brasileiro* — Rev. Inst. Hist., S. Paulo, 1910.
- XXXV — *Peixoto, J. Afrânio — Climatologia do Brasil* — Rio, 1908.
- XXXVI — *Idem. — Clima e doenças do Brasil* — Impr. Nac., Rio, 1907.
- XXXVII — *Idem. — Clima e saúde*. Col. "Brasiliana" vol. 129, Cia. Edit. Nac., S. Paulo, 1938.
- XXXVIII — *Idem. — Climas do Brasil* — An. IX Congr. Bras. Geo., vol. II, p. 390-398, Rio, 1942.
- XXXIX — *Pestana, Nereu R. — Climat et salubrité de l'État de S. Paulo* — Anvers, 1908.
- XL — *Prado Jr., Caio — O fator geográfico na formação e no desenvolvimento da cidade de S. Paulo* — "Geografia", ano I, n.º 3, S. Paulo, 1935.
- XLI — *Rawitscher, Felix — O consumo de água pelos vegetais e o problema florestal* — Bol. Ass. Geo. Bras., n.º 4, pág. 3, S. Paulo, 1944.
- XLII — *Rego, Luis F. Moraes — A Geologia do Estado de S. Paulo*, separata Boletim D. E. R., S. Paulo (s/ data).
- XLIII — *Saint Hilaire, Aug. de — Viagem à província de S. Paulo e resumo...*, etc., trad. bras. — Livr. Martins, S. Paulo, 1940.
- XLIV — *Sampaio Ferraz, J. — Meteorologia brasileira* — Col. "Brasiliana", vol. 33 — Cia. Edit. Nac., S. Paulo, 1934.
- XLV — *Idem. — Ligeiro esboço de alguns aspectos fundamentais da climatologia do Est. de S. Paulo* — An. IX Congr. Bras. Geogr., vol. II pgs. 425-439, Rio, 1942.

- XLVI — Idem. — *Subsídios para o estudo de um ciclo climt. do Suéste Brasil.* — Rev. Bras. Geogr., Rio, Julho, 1939.
- XLVII — *Serebrenick*, Salomão — *Clima*, no Anuário “*Brasil*” dos anos 1938 e seguintes, Minist. Rel. Exter., Rio.
- XLVIII — Idem. — *Classificação meteorológica dos climas do Brasil* — An. IX Congr. Bras. Geo., vol. II, págs. 440-459, Rio, 1942.
- XLIX — Idem. — *Aspéctos Geográficos do Brasil: o Clima, a terra e o homem*, Min. Agr., Serv. Inform. Agr., Rio, 1942.
- L — *Serra*, Adalberto — *Secondary circulation of southern Brasil* — Serv. Meteor., Minist. Agric., Rio, 1938.
- LI — Idem. — *La circulation générale de L’Amérique du Sud* — Minist. Agric. Serv. Nac. Meteor., Rio, 1939.
- LII — *Serra*, A. e *Ratisbonna*, L. — *As massas de ar da América do Sul* — Serv. Meteor., Minist. Agric., Rio, 1942.
- LIII — Idem. — *O clima do Rio de Janeiro* — Serv. Meteor., Minist. Agric., Rio, 1941.
- LIV — *Serv. de Meteor.* — *Cartas do tempo* (Bol. Diário), Minist. Agr., Rio, 1938-1944.
- LV — *Setzer*, José — *Contribuição ao estudo do clima de S. Paulo* — Boletins D. E. R. n.ºs 33 a 39, S. Paulo, 1943, 44-45. NOTA: Não está terminada a publicação, feita por partes. Agradecemos ao autor a gentileza de nos haver facultado, há meses, a consulta da parte não editada.
- LVI — *Sorre*, Max. — *Le climat urbain* — “*Traité de Climatologie Biologique et Medicale*”, de M. Piéry, Tome I, Livr. V, p. 786-791, Paris, 1934.
- LVII — Idem. — *Les fondements biologiques de la Géographie Humaine* — Libr. A. Colin., Paris, 1943.
- LVIII — *Souza*, Gabriel Soares de — *Tratado descritivo do Brasil em 1587*, Col. “*Brasiliana*”, vol. 117, Cia. Edit. Nac. S. Paulo, 1938.
- LIX — *Thorntwaite*, C. Warren — “*Classification of Climates*” — Geogr. Rew., n.º 33, págs. 233-255, N. York, 1943.
- LX — *Trewartha*, Glenn T. — *An introduction to weater and climate* — Mc-Graw, New York, 1943.
- LXI — *Ward*, R. De C. — *Climate considered especialy in relation to men*, N. York, 1908.

IMPRIMIU:
INDÚSTRIA GRÁFICA SIQUEIRA
SÃO PAULO

Pede-se permuta.
Pidese canje.
We ask for exchange.
On demande l'échange.
Man bittet um Austausch.

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da
Universidade de São Paulo

Caixa Postal N.º 105-B
SÃO PAULO
Brasil

