

Climatologia da Região Sudeste do Brasil

Introdução à Climatologia Dinâmica*

Subsídios à Geografia Regional
do Brasil

EDMON NIMER
Geógrafo do IBG

I — INTRODUÇÃO

Ao estudar a climatologia regional do Sudeste brasileiro o primeiro fato que observamos se refere à sua notável diversificação. Enquanto o Nordeste se constitui na Região de maior variação climática, levando-se em conta a distribuição quantitativa da chuva, a marcha estacional da precipitação e o regime de duração e época do período seco, o Sudeste representa a Região de maior diversificação climática, considerando-se o regime de temperatura.

Isto não deve significar que no Sudeste exista homogeneidade no que se refere à distribuição espacial da umidade. Neste particular, esta Região só é menos diversificada que a Região Nordeste. Disto resulta que a cli-

* Este estudo realizado no Setor de Climatologia da Divisão de Pesquisas Sistemáticas contou com a colaboração de ARTHUR ALVES PINHEIRO FILHO, ELMO DA SILVA AMADOR E MÁRIO DINIZ DE ARAÚJO NETO.

matologia do Sudeste é tão complexa quanto a da Região Nordeste. Por isso, para a compreensão dos processos climatológicos dessa Região, torna-se necessário um prévio conhecimento de seus diversos fatores, alguns de *ordem estática*, outros de *natureza dinâmica*. Todos atuam simultaneamente em constante interação, porém, para facilitar sua compreensão nós o examinaremos, de início, separadamente.

1 — Fatores Estáticos (As condições geográficas)

a) *A Posição* — Dois fatos importantes devem ser destacados: a posição latitudinal e a posição na borda ocidental do oceano Atlântico. A Região Sudeste está situada entre os paralelos de 14° a 25° sul, resultando daí que quase todas suas terras estão localizadas na zona tropical.

As latitudes médias (zona temperada) são submetidas a um ciclo de estações que, embora suas características estejam sujeitas à variabilidade * de intensidade, podemos dizer que é regular e definido. Quando o Sol caminha em direção ao zênite, a primavera e o verão sucedem ao inverno; quando se afasta, o outono e o inverno sucedem ao verão. Este ritmo das estações, que tão bem caracteriza a vida nas latitudes médias, torna-se cada vez menos nítido em se aproximando do Equador. Enquanto na zona temperada o Sol nunca alcança o zênite, nas latitudes baixas (zona intertropical) o Sol atinge o zênite não somente uma, mas duas vezes por ano (Fig. 1).

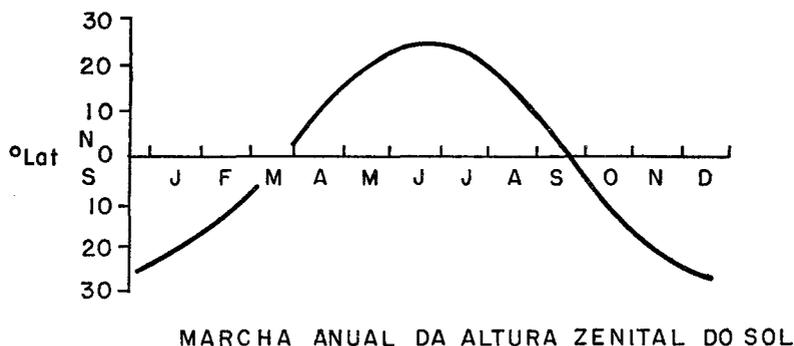


Fig.1

Compreende-se, portanto, porque a Região é submetida à forte radiação solar, uma vez que a intensidade deste fenômeno depende essencialmente da altura do Sol sobre o horizonte, ou seja, do ângulo de incidência dos raios solares, sendo tanto mais intensa quanto maior o ângulo de incidência, variando a média deste ângulo na proporção inversa da latitude. Daí resulta que, da radiação direta do Sol, a quantidade de calor absorvida pelos níveis inferiores da atmosfera na Região Sudeste é de aproximadamente 0,39 a 0,37 cal/cm²/min. (ondas curtas) e 0,3 cal/cm²/min. (ondas longas) contra 0,13 e 0,3 das latitudes entre 60-90°, em média por ano.

A radiação solar, por sua vez, cria melhores condições à evaporação, uma vez que no processo de evaporação é empregado calor, sendo tanto mais ativa quanto maior o calor disponível a ser empregado no seu processamento.

* Desvios anuais.

Outra pré-condição necessária à evaporação é a existência de superfícies líquidas. Ora, estando a Região Sudeste a leste do continente e possuindo litoral em toda sua extensão, fica evidente que ela possui uma superfície oceânica à disposição de um intenso processo de evaporação e condensação.

As nuvens são formadas, na maioria das vezes, pela ascendência e resfriamento adiabático do ar. A medida que o ar é resfriado, a quantidade de vapor d'água que ele pode conter diminui, de modo que o ar ascendente torna-se saturado, daí ocorrendo a condensação, porém não, necessariamente, chuvas.

Experiências de laboratório demonstram que a saturação não determina automaticamente a condensação. No vapor d'água puro se produz condensação somente em supersaturação de, aproximadamente, 400%, variando com a temperatura. Mas na atmosfera o processo é muito facilitado pela presença de impurezas, chamadas *núcleos de condensação*. Portanto, o processo de condensação e precipitação não depende apenas da evaporação e vapor d'água, mas também de *núcleos de condensação*: 1.º) os cristais de gelo das nuvens; 2.º) os ions; 3.º) as partículas em suspensão.

Os ions são partículas muito pequenas, eletrizadas, provenientes da desagregação das moléculas. Destes, os mais importantes são os chamados *grossos ions* (agregados de moléculas, sobre os quais é fixado um pequeno ion) os quais determinam a condensação imediata a partir da saturação. São resultantes da ionização de origem telúrica e abundam nas baixas camadas da atmosfera urbana (PEDELABORDE).

As *partículas em suspensão* são constituídas pelo *cloreto de sódio* (abundantes sobre os mares, principalmente das latitudes tropicais, e áreas continentais próximas às costas) e por *poeiras* (abundantes sobre as cidades). Tanto os grossos ions como as poeiras e o cloreto de sódio possuem um papel muito importante na formação de nuvens, principalmente baixas, notadamente sobre as regiões litorâneas, onde o cloreto de sódio, certamente, faz crescer a quantidade de chuvas, e a ionização, resultante da pulverização das finas gotículas das vagas, exerce uma ação no mesmo sentido. De uma análise da visibilidade e da umidade das Ilhas Britânicas, WRIGHT (1940), em 1939, concluiu que os núcleos de condensação dominantes, sobre aquelas ilhas, são derivados do sal marinho.

Aos *cristais de gelo*, entretanto, cabem a maior importância na formação de nuvens. Os cristais de gelo ativando a condensação e a precipitação de chuva, explicam porque a *convecção dinâmica* é o principal fator das precipitações. Além disso, somente a ascendência dinâmica é capaz de determinar as formações de nuvens muito espessas que conservam cristais de gelo em seus cumes. Nessas nuvens, os movimentos combinados de ascendência e descendência de colunas de ar asseguram o contacto dos cristais de gelo em seus cumes com toda a massa de nuvens. Com efeito, as precipitações mais pesadas ocorrem quando uma ascendência brutal coloca a *supersaturação*,* existente nas altas camadas desprovidas de poeira e grossos ions, em contacto com os cristais de gelo, isto é, quando o cume dos *cumulus* e *cumulunimbus* atingem a zona dos cirrus.

Ora, a posição marítima da Região Sudeste, aliada à sua urbanização, determinam uma forte e constante concentração desses núcleos de condensação nas camadas inferiores da atmosfera, contribuindo,

* Diz-se que o ar está supersaturado quando ele possui mais de 100% de umidade relativa.

assim, para o acréscimo de chuvas em seu território, sempre que essa região é atingida por *frentes frias* e outros fenômenos de ascendência dinâmica.

b) *Topografia acidentada* — O relevo da Região Sudeste oferece os maiores contrastes morfológicos do Brasil. Embora caracterizado por altas superfícies cristalinas e sedimentares, com predomínio de 500 a 800 m em São Paulo e 500 a 1.200 m em Minas Gerais, entre estas aparecem vales amplos e muito rebaixados como o do São Francisco, Jequitinhonha, Doce, Paraíba do Sul, Paranaíba, Grande e Paraná. Sobre aquelas superfícies erguem-se numerosas “serras” onde são comuns os níveis de 1.200 a 1.800 m como no Espinhaço, Mantiqueira e Serra do Mar, cujos pontos culminantes estão acima de 2.700 m na Mantiqueira, e 2.200 m na Serra do Mar, contrastando violentamente com as amplas baixadas litorâneas do Espírito Santo e Rio de Janeiro.

Este caráter de sua topografia favorece as precipitações, uma vez que ela atua no sentido de aumentar a *turbulência* do ar pela *ascendência orográfica*, notadamente durante a passagem de *correntes perturbadas*. *

2 — Fatores Dinâmicos

O conhecimento das influências dos fatores estáticos ou geográficos que atuam sobre o clima de determinada Região, por mais completos que sejam não é suficiente para a compreensão de seu clima. Este não pode ser compreendido e analisado sem o concurso do mecanismo atmosférico, seu *fator genético*, objeto de pesquisa da *Meteorologia Sinótica*. Até mesmo os demais fatores tais como o relevo, a latitude, a continentalidade ou maritimidade, nesta incluindo as correntes marítimas, etc., agem sobre o clima de determinada região em interação com os sistemas regionais de circulação atmosférica. Por isso dedicaremos, a seguir, uma unidade de estudo circulação atmosférica que atuam sobre a Região Sudeste do Brasil.

I — *Sistemas de Circulação Atmosférica do Sudeste do Brasil e suas Influências sobre as condições de tempo*

Durante todo ano, nas regiões tropicais do Brasil, à exceção do oeste da Amazônia, sopram freqüentemente ventos de E a NE oriundos das *altas pressões* subtropicais ou seja, do *anticiclone semifixo do Atlântico Sul*, ou ventos de componente variável de ocasionais núcleos de *alta* do inferior.

Esta massa de ar tropical (*anticiclone do Atlântico*) possui temperaturas mais ou menos elevadas, fornecidas pela intensa radiação solar e telúrica das latitudes tropicais, e forte umidade específica fornecida pela intensa evaporação marítima.

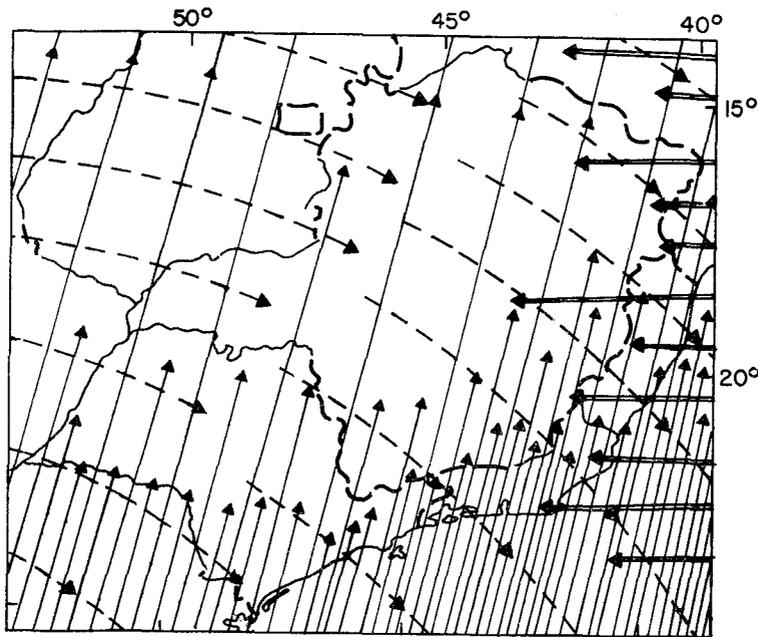
Entretanto, em virtude de sua constante subsidência superior e conseqüente inversão de temperatura, sua umidade é limitada à camada superficial, o que lhe dá um caráter de homogeneidade e estabilidade,

* A ascendência orográfica é dada aos relevos que obrigam o ar a se elevar e conseqüentemente perder temperatura segundo o *gradiente térmico adiabático de expansão*, ou seja 1°C por 100 m, portanto, 0,4°C a mais que o gradiente térmico real, que é de 0,6°C por 100 m. As fortes precipitações à barlavento das cristas são dadas por este mecanismo. Enquanto isso, na vertente à sotavento o processo é justamente o oposto, o ar se aquece na descida segundo o *gradiente adiabático de compressão*, na mesma proporção, constituindo o fenômeno conhecido por efeito de Föhn.

não obstante ser este caráter menos acentuado sobre o território brasileiro por vários motivos.*

Contudo, apesar da inversão térmica superior se encontrar mais elevada no setor ocidental do *anticiclone subtropical*, o domínio deste anticiclone mantém a estabilidade do tempo. Praticamente, esta estabilidade, com tempo ensolarado, somente cessa com a chegada de *correntes perturbadas***.

SISTEMAS DE CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA PERTURBADA NA REGIÃO SUDESTE



- > SISTEMA DE CIRC. PERTURBADA DE S (FP)
- - - - -> SISTEMA DE CIRC. PERTURBADA DE W (IT)
- > SISTEMA DE CIRC. PERTURBADA DE E (EW)

DivEd/D-J.A.C.

Fig. 2

0 100 200 300 400 500 km

* No setor oriental do *anticiclone*, ou seja, na costa da África, a inversão térmica está geralmente a 500 m acima do nível do mar. Porém, no setor ocidental desta *alta*, o aquecimento do continente, a corrente marítima (quente) que tangencia o litoral do Brasil, o obstáculo imposto pela encosta do Planalto Brasileiro e, provavelmente, outros motivos por nós desconhecidos produzem no ar superficial um ligeiro movimento ascendente que eleva a inversão térmica para acima de 1.500 m. Conseqüentemente, a umidade absorvida do oceano penetra até grandes alturas, tornando o setor ocidental da *massa tropical marítima* mais sujeita a instabilidade do que o setor oriental.

** Esclarecemos, contudo, que a orografia nas regiões tropicais apresenta maior significância climática, principalmente no que afeta a nebulosidade e à precipitação. Ao longo do rebordo oriental do Brasil, a encosta das altas superfícies do interior, não apenas concorre no sentido de aumentar a pluviosidade durante as situações de descontinuidade dinâmicas, como ainda provoca, por vezes, pela sua forte umidade específica, algumas precipitações no seio da *massa tropical* sob regime de inversão superior, quando os alísios sopram com velocidade acima do normal, ou seja, superior a 5 nós/h. (1 nó = 1.852 m/h). Neste caso, a ascendência dinâmica provocada pelo obstáculo montanhoso é, às vezes, suficiente para provocar algumas precipitações. Entretanto, tais chuvas, além de pouco freqüentes, são de copiosidade pouco significativa.

Essas correntes de circulação perturbada, responsáveis por instabilidade e bruscas mudanças de tempo, geralmente acompanhadas de chuvas, na Região Sudeste, compreendem 3 sistemas principais, a saber: *Sistema de correntes perturbadas de Sul*, *Sistema de correntes perturbadas de Oeste* e *Sistema de correntes perturbadas de Leste*. *

1 — *As correntes perturbadas do S* são representadas pela invasão de *anticiclone polar*. A fonte desses anticiclones é a região polar de superfície gelada, constituída pelo continente antártico e pela banquisa fixa. De sua superfície anticiclônica divergem ventos que se dirigem para a zona depressionária subantártica, originando nessa zona ocupada pelo “pack” e outros gelos flutuantes, as massas de ar polar. Dessa zona partem os *anticiclones polares* que periodicamente invadem o continente sulamericano com ventos de W a SW nas latitudes altas e médias, mas adquirindo, freqüentemente, a direção S a SE nas latitudes tropicais da Região Sudeste do Brasil.

De sua origem e trajetória (SW para NE), até chegar a Região Sudeste, derivam suas propriedades. Em sua origem, estes anticiclones possuem forte inversão de temperatura e o ar é muito seco, frio e estável. Porém, em sua trajetória ele absorve calor e umidade colhidas da superfície quente do mar, aumentados à proporção que ele caminha para o trópico. De sorte que, já nas latitudes médias, a inversão desaparece e o ar polar marítimo torna-se instável. Com esta estrutura e propriedades o *anticiclone polar* invade o continente sul-americano entre dois centros de *alta*, o do Pacífico e o do Atlântico, segundo duas trajetórias diferentes: uma a oeste dos Andes, outra a leste dessa cordilheira.

Em virtude da maior pressão sobre o Pacífico do que sobre o continente, a primeira trajetória é pouco freqüentada. Entretanto, no *inverno* a *alta polar* possuindo, geralmente, maior energia, percorre regularmente esta trajetória, entre a *alta* do Pacífico e a Cordilheira dos Andes. Nesta situação a FP estende-se da região subpolar ao trópico com orientação NNW—SSE. Com essa orientação ela transpõe os Andes. Ao transpor essa cordilheira o setor setentrional da FP sofre FL (frontólise, isto é, dissipa-se) em contato com a convergência da *baixa* do interior, enquanto que seu setor meridional avança para NE ou para E até se perder no oceano Atlântico, após atingir a Região Sudeste, ao

* Os sistemas de correntes perturbadas que aqui esquematizamos (Fig. 2) foram baseados em observações diretas por nós realizadas em cartas sinóticas elaboradas pelo Escritório de Meteorologia do Ministério da Agricultura e na leitura sobre diversos trabalhos realizados por ADALBERTO SERRA, dentre os quais destacamos:

a) “Chuvas de Primavera no Brasil” “Chuvas de Verão no Brasil”, “Chuvas de Outono no Brasil”, “Chuvas de Inverno no Brasil”, Serviço de Meteorologia (atual Departamento Nacional de Meteorologia), Ministério da Agricultura 1960, pp. 244 — Rio de Janeiro.

b) “O Princípio de Simetria”, *Revista Brasileira de Geografia*, Ano XXIV, n.º 3, pp. 377-439, 1962, CNG-IBGE, Rio de Janeiro.

Na fig. 2, o maior adensamento de linhas ou setas significam maior freqüência de determinado sistema.

Para maiores informações recomendamos a leitura dos artigos de EDMON NIMER, publicados no *Atlas Nacional* do IBGE sob o título “Circulação Atmosférica” e na *Revista Brasileira de Geografia*, Ano XXVIII, n.º 3, pp. 232-250, CNG-IBGE, Rio de Janeiro, 1966, sob o título “Circulação Atmosférica do Brasil — Contribuição ao Estudo da Climatologia do Brasil.”

Recomendamos, ainda, a leitura do artigo de E. NIMER, sob o título “Climatologia da Região Sul do Brasil — Introdução à Climatologia Dinâmica”, a ser publicado numa das *Revistas Brasileiras de Geografia* — IBGE em 1971, ou no volume *Região Sul*, 2.ª edição da série Geografia do Brasil — IBGE, sob o título “Clima”. Nele o leitor encontrará maiores detalhes sobre o mecanismo geral da atmosfera que, direta ou indiretamente, afeta o quadro da circulação sobre a Região Sudeste.

mesmo tempo que o *anticiclone do Atlântico* abandona o continente e se refugia no Atlântico. *

Nessas circunstâncias, as precipitações pluviométricas são pouco expressivas por vários motivos: 1.º) o ar quente da *massa tropical marítima*, em ascensão dinâmica sobre a rampa frontal da FP possui pouca umidade específica por se tratar de inverno; 2.º) o *anticiclone polar*, por seu trajeto continental, após transpor os Andes, possui também pouca umidade, e tende a se estabilizar pela base, em virtude do contacto com a superfície continental intensamente resfriada pela irradiação noturna.

A segunda trajetória é bem mais freqüentada no verão. ** É ela a principal responsável pela abundante precipitação na Região Sudeste e pelos aguaceiros de grande concentração/hora que, nesta época do ano, ocorrem com muita freqüência nas áreas serranas e suas proximidades. Seu desenvolvimento assim se processa: no verão, em virtude do maior aquecimento do hemisfério Austral, há um declínio geral da pressão, principalmente sobre o continente. A FP, nesta época, geralmente com menos energia, raramente consegue percorrer a trajetória do Pacífico e galgar a cordilheira andina nas latitudes médias, transpondo-a pelo extremo sul do continente, com orientação NNW-SSE. Ao transpor os Andes, a FP sofre um ligeiro estacionamento, durante o qual ela adquire orientação NW-SE. Neste sentido ela avança para NE. Ao alcançar a região do Chaco o centro de *baixa* do interior, nesta época bastante aprofundado, impede, geralmente, sua progressão pelo interior. Aí, em contato com a convergência do centro de *baixa*, a FP entra em FL ou recua como *frente quente* (WF). Enquanto isso, o *anticiclone polar*, que caminhava sobre o continente na altura do Uruguai, é desviado para o litoral do Brasil, mantendo a *frente fria* (KF) em progressão para NE pela rota marítima atingindo, na maioria das vezes, apenas as áreas continentais do litoral ou próximas a ele.

Ao atingir a Região Sudeste, a FP não possui, na maioria das vezes, energia suficiente para mantê-la em constante FG (*frontogênese*, isto é, avanço), estabelecendo-se daí o equilíbrio dinâmico entre a *alta do Atlântico sul* e *alta polar*. Nesta situação, condicionada pela maré barométrica a FP permanece semi-estacionária sobre a Região Sudeste durante 2 a 3 dias, após o que ela pode evoluir por diferentes estágios, desde sua dissipação até a sucessivos avanços e recuos acompanhados de chuvas diárias que podem durar mais de 10 dias, para finalmente se dissipar com o desaparecimento da *alta polar*. ***

* A passagem da FP é acompanhada de trovoadas, granizos ocasionais, chuvas, ventos moderados a fortes do quadrante oeste rondando para o sul. Alivia significativamente às condições de temperatura e conforto ambiental durante a estação quente, condições que perduram por alguns dias até que retornem à Região o fluxo de ar tropical.

** Observamos que o "verão" a que nos referimos não corresponde apenas ao trimestre de dez-jan-fev. mas extensivo ao semestre out-nov-dez-jan-fev-mar., período em que há, na Região Sudeste do Brasil, uma acentuada elevação das temperaturas médias e máximas diárias e intensificação das precipitações abundantes determinadas pela maior freqüência de *frentes polares* de trajetória marítima e de linhas de IT. Esclarecemos, contudo, que os meses de dez-jan-fev. são os mais representativos dessa estação.

*** A descrição do comportamento sinótico da FP, ao atingir a Região Sudeste no "verão", com seus diversos estágios, resultaram de pesquisas realizadas pelo autor, relativo aos meses de out-nov-dez-jan-fev-mar., de 1950 (verão muito chuvoso) e de 1954 (verão pouco chuvoso), além dos meses de dezembro de 1966 e janeiro de 1967 (meses de verão excessivamente chuvoso). Maiores detalhes a respeito de tais desdobramentos dessas *correntes perturbadas* de origem subpolar serão encontrados no estudo sobre a "Análise Dinâmica da Precipitação Pluviométrica na Região Serrana do Sudeste do Brasil — Especialmente na Serra das Araras" — *Revista Brasileira de Geografia* — Ano 33, n.º 3, 1971 — Fundação IBGE; — de autoria de E. NIMER.

Tais sistemas de circulação acompanhados de instabilidades pré-frontais e pós-frontais constituem as *Correntes perturbadas de S.* O semi-estacionamento da FP e suas oscilações que acabamos de descrever, tornam tais *correntes perturbadas* mais frequentes na Região Sudeste do que na Região Sul, embora elas provenham, como vimos, do sul ou sudoeste do país. *

Destes aspectos da circulação atmosférica do Sudeste do Brasil, especialmente no “verão”, deriva a unidade climática desta Região, em termos de Meteorologia Sinótica: *o Sudeste do Brasil é uma região sobre a qual o choque entre o sistema de circulação do anticiclone móvel polar e o sistema de circulação do anticiclone subtropical semifixo do Atlântico sul, se dá freqüentemente em equilíbrio dinâmico.*

2 — *As correntes perturbadas de W* — O sistema de instabilidade de W decorre do seguinte: de meados da primavera a meados do outono a Região Sudeste é regularmente invadida por ventos de W a NW, trazidos por *linhas de instabilidade tropicais* (IT). ** Tratam-se de alongadas depressões barométricas induzidas em pequenas dorsais de altas. *** No seio de um *linha de IT o ar*, em convergência dinâmica, acarreta, geralmente, chuvas e trovoadas, por vezes granizo e ventos moderados a fortes com rajadas que atingem 60 a 90 km/hora. Tais fenômenos são comuns e regulares no interior do Brasil, especialmente no verão, quando há um decréscimo geral da pressão motivado pelo forte aquecimento do interior do continente. Sua origem parece estar ligada ao movimento ondulatório que se verifica na *frente polar* ao contato com o ar quente da zona tropical. A partir dessas ondulações formam-se, ao norte da FP, uma ou mais IT sobre o continente. Após formadas, elas se deslocam com extrema mobilidade até de 60 km/hora, embora elas possam permanecer estacionárias. A medida que a FP caminha para o Equador, as IT se deslocam para E, ou mais comumente para SE, anunciando, com nuvens pesadas e geralmente chuvas tipicamente tropicais, a chegada da FP com antecedência de 24 horas, a qual, no entanto, pode não chegar.

Tais chuvas se verificam, geralmente, no fim da tarde ou início da noite, quando, pelo forte aquecimento diurno, intensifica-se a radiação telúrica e, conseqüentemente, as correntes convectivas. Constituem-se nas chamadas *chuvas de verão*, as quais o povo referindo-se com a expressão *dá e passa*, muito bem as caracteriza. De fato, ao contrário das chuvas *frontais* (provocadas pela ação direta das *frentes polares*) que costumam ser intermitentes durante dois, três ou mais dias, as *chuvas de verão* (chuvas de convergência) duram poucos minutos.

Sua incidência gera uma sucessão de tipos de tempo que podem ser descritos da seguinte maneira: pela manhã o céu aparece quase que inteiramente sem nuvens, mas com o forte aquecimento solar surgem

* Esclarecemos que as áreas da Região Sudeste mais atingidas por essas oscilações frontais situa-se entre os paralelo de 20 a 24° sul, sendo tanto mais sujeitas as áreas litorâneas.

** Estes fenômenos têm recebido outras denominações por parte de diversos autores, tais como: *calhas induzidas, frentes tropicais, ondas de oeste, etc.* O Departamento Nacional de Meteorologia do Ministério da Agricultura, órgão oficial brasileiro mais importante dedicado à pesquisa meteorológica, através de suas *cartas sinóticas* e de seus boletins diários de previsão do tempo, denomina este fenômeno de *linhas de instabilidades tropicais*. Por este motivo nós assim também o consideramos.

*** A respeito dessas *altas* existe controvérsias: alguns autores consideram-nas pertencentes à *massa equatorial continental*, que tem seu centro de ação na Amazônia, enquanto outros consideram-nas vinculadas ao *anticiclone do Atlântico Sul*, constituindo-se, pois, em massa de ar tropical.

rapidamente numerosos *cumulus*, primeiramente sobre as “serras”, e com o correr da tarde enormes *cumulunimbus* encobrem o céu em torno de 5/10 para, finalmente, com o cair da noite se tornar quase inteiramente encoberto por pesados *cumulunimbus* sobre calmária. Nessas situações o calor sensível aumenta pelo efeito da calmária, pela concentração de calor abaixo do baixo teto de nuvens, pela irradiação de calor liberado no processo de condensação e pelo aumento da umidade relativa. Finalmente se dá a precipitação pluviométrica, a qual pode ser intensa ou não. * Depois de curta duração estas chuvas cessam inteiramente e, com uma leve brisa refrescante as nuvens vão desaparecendo, deixando largos espaços estrelados. Na manhã seguinte, a intensa radiação solar faz imediatamente retornar o forte aquecimento do dia anterior. **

A Região Sudeste está sob a trajetória mais freqüentada por tais depressões, formadas mais freqüentemente sobre Mato Grosso, Goiás e Minas Gerais.

3 — *As correntes perturbadas de E* — *As ondas de este (EW)* constituem outro sistema de correntes perturbadas na Região Sudeste. Como seu nome indica, elas caminham de E para W. Este fenômeno não está suficientemente estudado para dele se ter uma idéia mais exata. Sabemos, no entanto, que são característicos dos litorais das regiões tropicais atingidos pelos alísios. A este respeito RIEHL (1954) dedicou um capítulo de seu livro “Meteorologia Tropical”, baseado em pesquisas realizadas por DUNN no Mar das Caraíbas.

De qualquer forma, não há dúvida que tais fenômenos de perturbação ocorrem no seio dos *anticiclones tropicais* sob a forma de “ondas” que caminham para W, constituindo-se numa espécie de “pseudo-frentes”, sobre as quais desaparecem a inversão térmica superior, o que permite a mistura do ar das duas camadas horizontais dos alísios e, conseqüentemente, chuvas mais ou menos abundantes anunciam sua passagem.

No Brasil tais fenômenos são por SERRA (1948, 1953, 1954) relacionados como um *reforço* de ar polar nos alísios, com *anticiclone polar* de posição marítima. A este respeito escreve o referido autor: “Novas ondas de leste se formam principalmente nos dias em que a pressão cai a um mínimo, na zona equatorial, voltando a subir. Correspondem, portanto, a situação de chegada de KF ao trópico, em geral quando houver formação ciclônica (ondulações) no Rio de Janeiro. Os respectivos movimentos para oeste acompanham os avanços de SW da KF, sem ramo interior, e não ultrapassam o meridiano de 40° (oeste de Pernambuco) . . . Movem-se porém para leste, sob ação de uma KF que avança pelo interior até Mato Grosso e o centro de ação (*alta subtropical*) se afasta para o oceano”.

No Brasil este fenômeno somente assume importância do Rio Grande do Norte ao norte do Estado do Rio de Janeiro, sendo mais freqüente da Zona da Mata de Pernambuco à Zona Cacaueira da Bahia. Portanto, são muito restritas as áreas do Sudeste atingidas por essa descontinuidade, uma vez que as precipitações causadas por este fenômeno diminuem bruscamente para oeste e em Minas Gerais só raramente elas ultrapassam a serra do Espinhaço.

* As chuvas podem, até mesmo, ficarem circunscritas apenas às serras e suas proximidades.

** Esta sucessão de tempo que acabamos de descrever, acompanhando a chegada de *correntes perturbadas de W*, trazidas pelas IT, nem sempre se verifica exatamente com este ritmo. Interferências motivadas pela dinâmica geral da circulação costumam interromper este ciclo, como ainda torná-lo com características diferentes.

Este sistema de *correntes perturbadas* é mais freqüente no inverno, e secundariamente no outono, enquanto que na primavera-verão se tornam raras.

II — O Sudeste é uma região de transição entre os climas quentes das latitudes baixas e os climas temperados das latitudes médias

Nas latitudes baixas (zona tropical), o traço mais marcante do ritmo do clima é definido por duas estações: a chuvosa e a seca, ou aquela em que as precipitações são muito freqüentes e copiosas e aquela em que há um sensível declínio de chuvas. Nas latitudes médias (zonas temperadas), embora existam 4 estações mais ou menos definidas, dentre as quais, uma de chuvas mais abundantes e outra com seca ou pouco chuvosa, o que mais define seu clima é a variação de temperatura durante o ano. A oposição entre as temperaturas do verão e do inverno constitui o fato climático mais importante. A variabilidade (desvios anuais) entre os verões, mais ou menos quentes e os invernos, mais ou menos rigorosos, importam sobre as atividades humanas mais do que a variabilidade pluviométrica.

Pela sua posição latitudinal (cortada pelo trópico) e em relação aos sistemas de circulação atmosférica (situada sob a trajetória preferida pelas *correntes perturbadas* de origem polar), a distinção entre as temperaturas máximas diárias registradas no verão e as mínimas no inverno é um fato climático que não se deve desprezar, mormente em suas áreas situadas ao sul do trópico. Este caráter se torna ainda mais importante quando se leva em conta a variabilidade térmica destas estações: anos há em que o verão é excessivamente quente e longo, enquanto que em determinados anos o inverno é muito sentido, ao ponto de causar graves transtornos à economia rural. Entretanto, o caráter de transição climática da Região Sudeste se inclina mais para os climas tropicais do que para os temperados: a marcha estacional da precipitação, determinando uma estação muito chuvosa e outra seca, constitui sua característica mais importante.

Este caráter de transição aparece refletido em todos os aspectos de seu regime térmico e estes, por sua vez, exprimem a maior ou menor influência marítima do relevo, da latitude e dos sistemas de circulação atmosférica. *

* Neste ponto torna-se necessário alguns esclarecimentos. Na unidade sobre o regime de temperatura não consta uma análise sobre a amplitude térmica anual pelos seguintes motivos: seria muito fácil para nós, considerarmos a amplitude térmica anual como sendo a diferença entre a temperatura média do mês mais quente e a do mês mais frio, baseado em normais climatológicas, conforme vem sendo, desde há muitos anos, considerado por diversos autores em todo o mundo. Entretanto, este método tradicional, embora apresente resultados mais ou menos corretos no que diz respeito à tendência geral da distribuição deste fenômeno no espaço geográfico, não reflete nenhuma verdade acerca deste fenômeno. Os valores da amplitude encontrados através deste método são completamente falsos por dois motivos: 1.º) tanto na temperatura média do mês mais quente como na temperatura média do mês mais frio estão contidos todos os registros da temperatura durante 24 horas, até mesmo as máximas e as mínimas; 2.º) este método pretende encontrar a *normal* da amplitude, utilizando outras normais (das médias mensais), o que constitui um contra-senso. Sendo assim é fácil compreender que a amplitude térmica anual baseada nesse método é muito modesta em relação aos valores realmente verificados.

Se pretendemos estudar a real amplitude térmica anual de determinado lugar, temos que encontrar a diferença entre a média das máximas e das mínimas diárias de cada mês *para cada ano*, através de 30 anos mais ou menos. De posse desses valores, obtene-

possuem média inferior a 22°C, caindo abaixo de 18°C nos seus níveis mais elevados, ao sul do paralelo de 20°C sul, onde a influência do relevo elevado se congregam as maiores latitudes regionais e a maior frequência de correntes de ar de origem polar.

2 — Época mais quente

Exceto nas citadas superfícies elevadas, as médias do ano exprimem bem a predominância de temperaturas medianas a elevadas durante quase todo o ano. Entretanto, estas são bem mais comuns no semestre primavera-verão. Trata-se do período em que a incidência dos raios solares se verifica em maiores ângulos e o tempo de radiação é mais longo (os dias são maiores que as noites). De setembro a março apenas aquelas superfícies elevadas não possuem média superior a 22°C, chegando a ser superior a 24°C em largas extensões. Durante esse período o máximo se dá em dezembro (solstício de verão) ou janeiro (quando o Sol, após o solstício de verão, retorna sobre os paralelos da Região, dirigindo-se para o norte). *

Entretanto, para a maior parte da Região o mês mais quente é o de janeiro. ** Durante este mês são comuns máximas muito elevadas no Vale do São Francisco, Vale do Jequitinhonha, Zona da Mata de Minas Gerais, baixadas litorâneas e oeste do Estado de São Paulo. Nessas áreas a *média das máximas* é de 30 a 32°C ou mais. Enquanto isso, nas citadas superfícies elevadas, o resfriamento adiabático não permite máximas importantes o que reduz a média das máximas diárias a valores inferiores a 29°C, descendo abaixo de 26°C nos locais mais elevados do Espinhaço, Mantiqueira e Serra do Mar.

Nestas superfícies elevadas a máxima absoluta já registrada foi sempre inferior a 36°C, não atingindo a valores superiores a 34°C nos

mos não apenas a verdadeira média da amplitude térmica *normal*, como, ainda, os valores mais frequentes e os mais raros.

Incorreção semelhante se verifica em relação à amplitude térmica diurna, cujo método tradicional considera este fenômeno uma resultante da diferença entre a média das máximas do mês mais quente e do mês mais frio (ambos valores *normais*) para a média da amplitude térmica diurna ao ano; e a diferença entre a média das máximas e das mínimas de cada mês (sempre baseado em *normais*) para a média da amplitude térmica diurna de cada mês.

Os valores da amplitude diurna encontrados através deste método são tão artificiais que não merecem maiores críticas. A única maneira que permite medir a média da amplitude térmica diurna consiste em medir a amplitude de *cada dia* (diferença entre a máxima e a mínima) e, a partir daí, obter a média da amplitude diurna de *cada mês e ano*. Somente então, com base nestes últimos valores, chegaremos a conhecer as *normais* deste fenômeno. Assim procedendo obtemos não apenas as verdadeiras *normais* da amplitude térmica diurna, anual e mensais, como ainda nos é permitido conhecer os índices de maior frequência e os mais raros, tanto no que diz respeito às amplitudes diurnas de *cada ano* e de *cada mês em todos os anos*, conforme o método dinâmico da *climatologia moderna*.

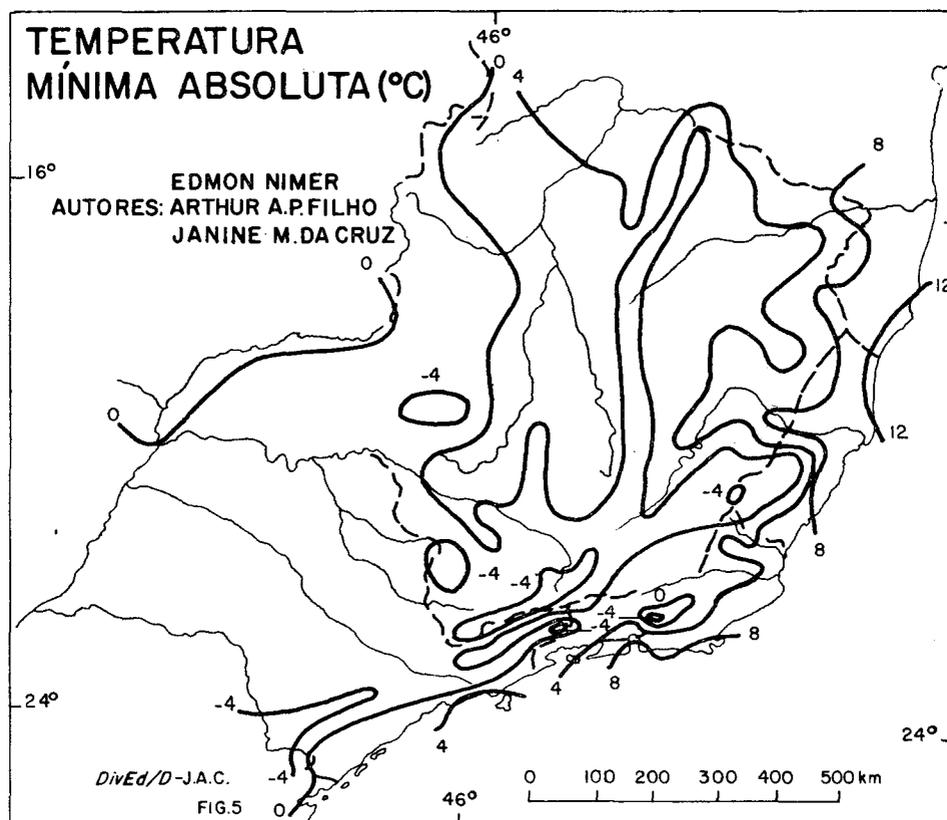
A medição da amplitude térmica anual e diurna através deste método não foi ainda realizada no Brasil e o tempo necessário a sua execução não permitiu que tais estudos fossem incluídos na análise climatológica deste trabalho. Esperamos, contudo, assim proceder, baseados nas pesquisas a serem brevemente iniciadas com esta finalidade, no *Sector de Climatologia da Fundação IBGE*. Por hora estudaremos a temperatura através de novos enfoques que, embora não envolvendo todos os aspectos importantes do seu regime anual, nos dá uma idéia quase completa da real variação deste fenômeno inserido nas características climáticas da Região Sudeste.

* Apenas o Oeste de Minas Gerais possui máximo no fim da primavera. Trata-se da época em que o Sol passa sobre os paralelos dessa área se dirigindo para o sul e as chuvas de *correntes perturbadas de W* não são ainda muito frequentes.

** O mês de janeiro é ligeiramente mais quente que os de dezembro, fevereiro março.

nhado de um deslocamento de todo o sistema de *altas* e de *baixas* no mesmo sentido. Por esse motivo, durante o solstício de inverno do hemisfério sul a FP, que periodicamente atinge a Região Sudeste, vinda, como vimos, da região subpolar do hemisfério sul, o faz com mais vigor e frequência nesta época do ano. Portanto, as mínimas do solstício de inverno da Região Sudeste se deve à redução de calor absorvidas pelos níveis inferiores da atmosfera durante a radiação direta do sol (menor ângulo de incidência dos raios solares) e da redução do tempo desta radiação (noites maiores que os dias) e da maior frequência de massas de ar frio de origem polar (*alta polar*) mais poderosa e *frente polar* mais enérgica).

Da convergência destes fatores decorre que durante o inverno, na Região Sudeste, tornam-se raras as temperaturas elevadas em favor de temperaturas amenas e, até mesmo frias, nas superfícies elevadas. De fato, nesta época do ano apenas o litoral, e superfícies baixas, próximas a ele, dos Estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro e Guanabara não registraram temperaturas inferiores a 8°C. Ao mesmo tempo, as serras do Espinhaço, Mantiqueira, do Mar (reforçadas pela influência da altitude) e as superfícies baixas do oeste paulista (influência da latitude e continentalidade) já registraram temperaturas de 0°C, declinando a 4°C negativos nos locais mais elevados da Mantiqueira e altiplanos do sul de Minas Gerais (Fig. 5).



Esclarecemos que durante o inverno não são raras as mínimas diárias próximas àquelas *mínimas absolutas*. A frequência média de ocorrências diárias de *geada* nestas áreas atestam estes fatos, uma vez que este fenômeno se dá com temperaturas negativas ou pouco acima de

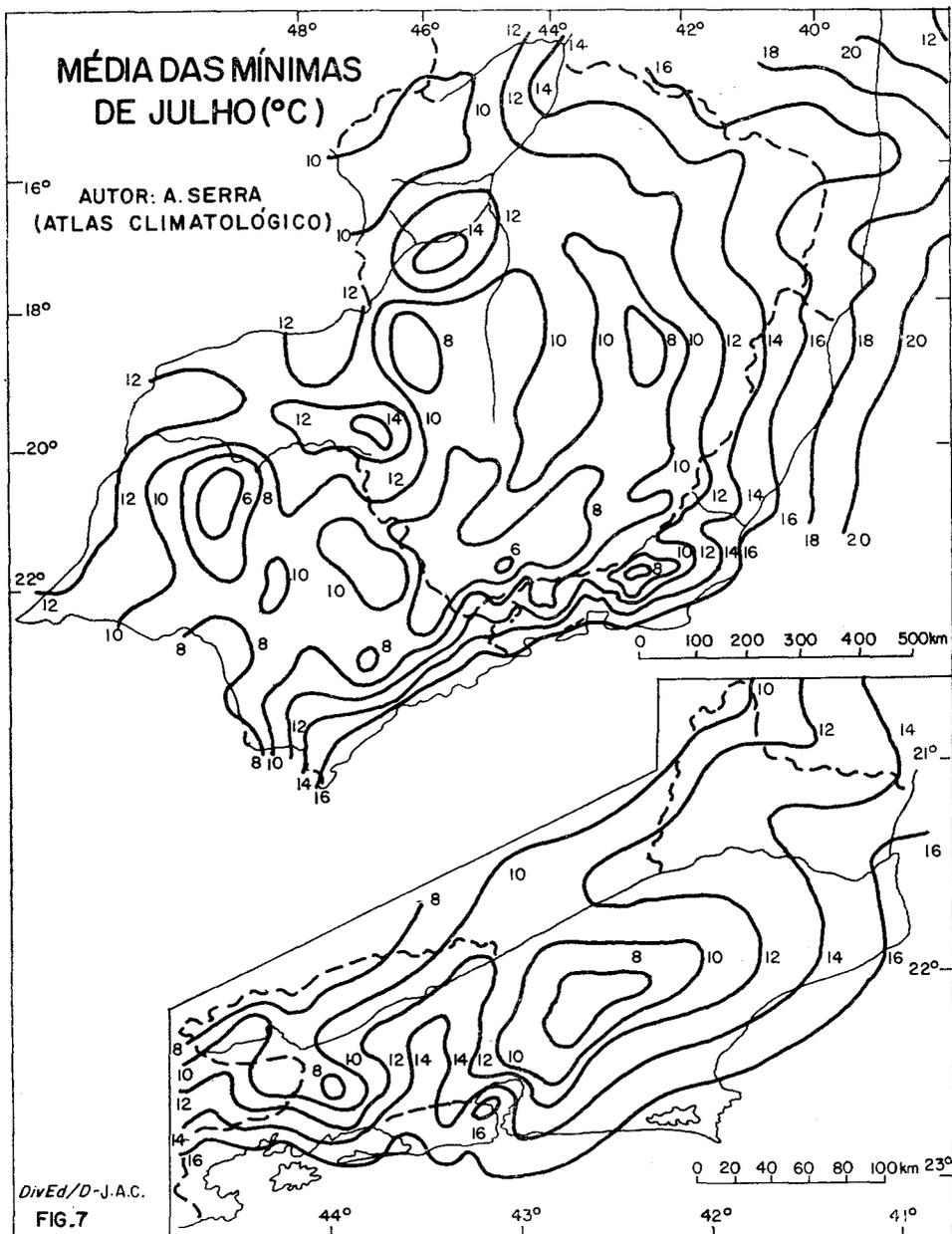
0°C (Fig. 6). Largas extensões de Minas Gerais e São Paulo registram, em média, mais de 3 dias de ocorrência de geada durante o ano e mais de 10 dias nas superfícies elevadas da Mantiqueira. Nesta escarpa, Campos do Jordão (1.600 metros) e Alto Itatiaia (2.199 metros) acusam 46 a 56 dias, respectivamente. Desta ocorrência, quase 90% se verifica de maio a agosto. No Alto Itatiaia, por exemplo, das 56 ocorrências diárias, 48 se dá neste curto período.

As mais baixas mínimas diárias na Região Sudeste, como em quase todo o Brasil, se verificam após a passagem de um *frente fria* de origem subpolar, sob a ação direta do *anticiclone polar*.* O fenômeno se processa mais ou menos do seguinte modo: ao transpor a cordilheira dos Andes, na zona pré-frontal produz-se uma forte advecção do ar tropical do *anticiclone do atlântico sul*. Esta situação produz bom tempo e aquecimento na Região Sudeste, sob a inversão deste *anticiclone subtropical*; a pressão se eleva e intensificam-se os ventos do quadrante norte (principalmente de NE). Com a chegada da *frente*, sobre o lugar, a pressão cai, o céu fica completamente encoberto por nuvens de convecção dinâmica (cumulus e cumulonimbus), acompanhados de trovoadas, ventos fracos a moderados (5 a 10 nós, geralmente) e chuvas *frontais* mais ou menos pesadas.

Imediatamente após a passagem da *frente* a pressão torna a subir, a temperatura cai sob o vento fresco que passa a soprar do quadrante sul, a chuva frontal termina, logo substituída por chuvas leves por vezes intermitentes, e nevoeiros (situação pós-frontal). Com céu ainda encoberto e presença do ar polar, resultam em fracas amplitudes térmicas diurnas, com máxima baixa e mínima ainda elevada, e umidade relativa em torno de 95%. Com a continuidade do avanço da *frente* e conseqüentemente domínio do *anticiclone polar*, diminui a turbulência anterior, o ar torna-se seco e o céu limpo, quando então a intensa radiação noturna faz registrar as mínimas mais baixas da Região. Estas mínimas, contudo, não se mantêm por mais de 2 dias (na maioria das vezes), não só pela absorção do *anticiclone polar* por parte do *anticiclone subtropical*, como ainda porque, à sua retaguarda, a massa retorna para o sul, atraída por nova *frontogênese* na Argentina (avanço de nova *frente fria*) e a fraca nebulosidade permite o aquecimento solar que acaba com o fenômeno, retornando os ventos de N a E do *anticiclone subtropical* com inversão térmica superior, estabilidade, tempo ensolarado a temperatura em ascensão.

Se por um lado os índices médios de ocorrência de geada atestam a frequência de temperatura próximas àqueles índices mínimos absolutos, por outro lado eles não sugerem a grande frequência de temperaturas amenas e frias que caracterizam a maior parte da Região Sudeste no inverno. Estas são melhor expressas na distribuição da *média das mínimas* (Fig. 7). No norte de Minas Gerais, no litoral e na baixa encosta das superfícies elevadas, voltadas para o litoral, as altitudes baixas e a ação moderadora dos ventos marítimos tornam essas áreas as únicas cujas mínimas diárias de julho acusam médias superiores a 14°C. Enquanto isso, as superfícies elevadas do centro-sul de Minas Gerais, do sul do Espírito Santo, do Rio de Janeiro e de São Paulo apresentam mínimas médias inferiores a 10°C. Nessas áreas os locais mais elevados apresentam cerca de 8 a 6°C, declinando no Alto Itatiaia e Campos do Jordão a 5,1 e 1,8°C, respectivamente.

* Nas latitudes equatoriais nem sempre as mínimas mais baixas se verificam nestas situações, uma vez que a *frente polar* só raramente atinge essas latitudes.



Como se pode concluir, embora o afastamento das influências marítimas e o aumento da latitude exerçam papéis importantes no comportamento das temperaturas mínimas, na Região Sudeste o papel mais importante é assumido pelo relevo. Enquanto ao longo do litoral a média das mínimas varia de 18 a 16°C, do Espírito Santo a São Paulo, e de 12 a 10°C pelo interior, de Minas Gerais a S. Paulo, perfazendo uma variação de 2°C por latitude e de 6°C por continentalidade, as variações determinadas pelas diferenciações altimétricas do relevo alcançam valores muito superiores àqueles: a diferença entre a media das mínimas de julho de Angra dos Reis (nível do mar) e Campos do Jordão (1.600 m) constitui um magnífico exemplo da notável influência orográfica sob

o clima na Região Sudeste. Não obstante estes locais estarem situados muito próximos entre si, a média das mínimas diárias do mês de julho é de 1,8°C em Campos do Jordão e 16,5° em Angra dos Reis.

A orografia determinando um predomínio de temperaturas amenas e, algumas vezes, mínimas muito baixas, na Região Sudeste, não permite, por outro lado, como vimos, máximas diárias elevadas no inverno.

Compreende-se daí porque o Sudeste do Brasil, embora situado em sua quase totalidade na zona intertropical, possui extenso território cujas médias mensais do inverno apresentam índices muito baixos em relação aos que se verificam em outras regiões tropicais, inclusive do Brasil.

Com efeito, o exame do mapa de *média compensada do mês mais frio* (Fig. 8) indica que apenas restritas áreas do vale do São Francisco e da baixada litorânea do norte capixaba não possui nenhum mês com temperatura média inferior a 20°C. O que bem caracteriza o sudeste do Brasil, neste particular, são as médias inferiores a 18°C para o mês mais frio. * Em Minas Gerais esta isoterma aperece, ao norte, cerca de 1.000m; no centro, a 700m; na altura do paralelo de 20° sul, a 800m no Triângulo Mineiro e 500m na fronteira com o Espírito Santo; na Zona da Mata a 300 m. No oeste paulista, a 300m; no Estado do Rio de Janeiro e Guanabara a 250-150m; e na fronteira do Rio de Janeiro — São Paulo, ao nível do mar.

Daí se conclui que dos 924.750 km² que constitui o território do Sudeste do Brasil 56,5% possui pelo menos um mês com média térmica < 18°C, assim distribuídos: 32,3% em Minas Gerais, 21,2% em São Paulo, 2,1% nos estados do Rio de Janeiro — Guanabara e 0,9% no Espírito Santo.

No interior destas áreas, as superfícies mais elevadas das serras do Mar, Mantiqueira, Caparaó e Espinhaço, bem como extensa área do sul de Minas Gerais, possuem, pelo menos um mês durante o inverno, temperatura média inferior a 15°C. **

No Sudoeste do Brasil a isoterma de 15°C para o mês mais frio aparece a cerca de 1.000 m de altitude na serra do Espinhaço e 900 m no sul de Minas Gerais. Nas escarpas meridionais das “serras” do Mar e da Mantiqueira a forte influência marítima faz esta isoterma descer a 700 metros.

Finalmente nos níveis altimétricos acima de 1.600 metros, aproximadamente, aparece a isoterma mensal de 10°C para o mês mais frio. Esta isoterma envolve restritos locais nas “seras” do Mar e Mantiqueira. Nesta última os postos meteorológicos de Campos do Jordão e Alto Itatiaia registram em julho a média térmica mensal mais baixa do Brasil: 8,9° e 8,4°C, respectivamente.

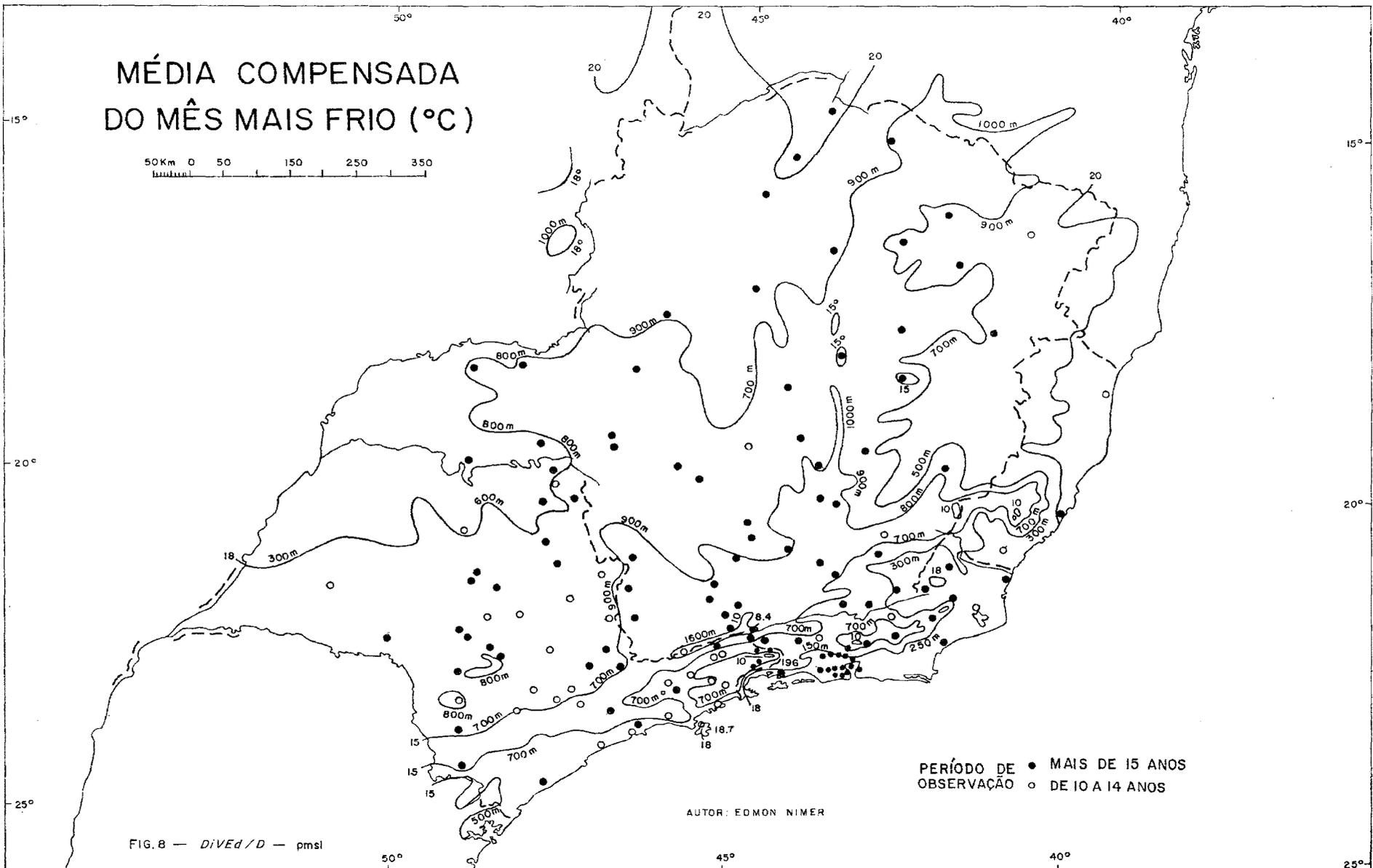
Como se pode observar, a influência marítima atuando mais no sentido de evitar máximas elevadas do que mínimas muito baixas, faz com que estas isotermas mensais apareçam em níveis altimétricos tanto mais baixos quanto mais próximos do litoral, nas mesmas latitudes.

* Esta isoterma mensal é muito importante, uma vez que no critério classificatório de KOEPPEN ela limita os climas “tropicais quentes” (> 18°C) dos climas “mesotérmicos” (< 18°C).

** Esta isoterma mensal tem igualmente uma importância especial, uma vez que no critério bioclimático de GAUSSEN e BAGNOULS (1953) ela assinala o limite entre o clima termoxérico (quente) e o “mesoxérico” (temperado).

MÉDIA COMPENSADA DO MÊS MAIS FRIO (°C)

50Km 0 50 150 250 350



PERÍODO DE OBSERVAÇÃO • MAIS DE 15 ANOS
○ DE 10 A 14 ANOS

AUTOR: EDMON NIMER

FIG. 8 — DiVEEd / D — pmsl

III — O sudeste é uma região cujo regime de chuvas é tipicamente de ritmo tropical

Se em relação à temperatura a Região Sudeste do Brasil possui, como vimos, uma notável diferenciação climática, não menos importante é sua diversificação levando-se em conta a pluviosidade.

Daremos uma ênfase especial a este fenômeno, uma vez que nas regiões equatoriais e tropicais, pela sua repartição no espaço e no ano e sua irregularidade no tempo, assume importância bem maior, não apenas do ponto de vista estritamente climático, mas, principalmente, pelas conseqüências de ordem econômica e social delas advindas:

1 — *Pluviometria Anual e Principais características do Regime de chuvas*

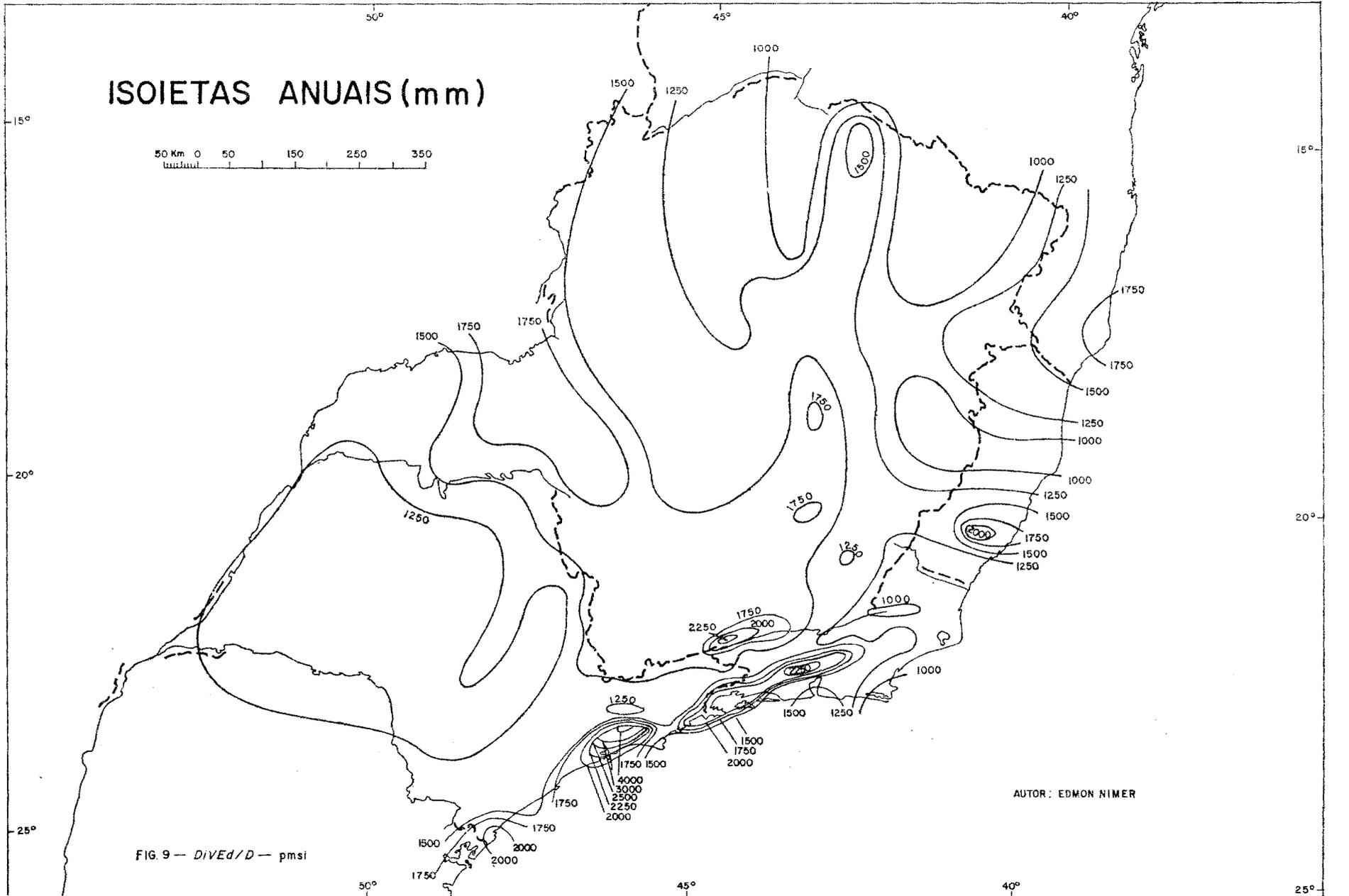
De sua posição geográfica em relação à influência marítima e às correntes de circulação perturbada, e dos contrastes morfológicos de seu relevo, advêm tôdas as características de seu regime de chuvas.

A altura média das precipitações durante o ano (Fig. 9) exprime muito bem a atuação daqueles fatores. Existem três áreas nitidamente mais chuvosas: a primeira estende-se no sentido SW—NE acompanhando o litoral e a “serra” do Mar, trajeto mais freqüentado por invasões de *correntes de circulação perturbada* de Sul, representadas por *frente polar*; a segunda estende-se perpendicularmente à primeira, ou seja, no sentido NW-SE do oeste de Minas Gerais ao Estado da Guanabara, zona onde mais freqüentemente se dá o equilíbrio dinâmico entre o sistema de circulação do *anticiclone subtropical* do Atlântico sul e o *anticiclone polar* além de estar sob a rota preferida pelas *correntes perturbadas* de oeste, ou mais precisamente de NW, representadas pelas *linhas de IT*. Estas áreas possuem uma altura de precipitação anual superior a 1.500 mm. No interior delas destacam-se as serras da Mantiqueira e do Mar. Na Mantiqueira estes índices ultrapassam 1.750 mm atingindo 2.398 mm no Alto Itatiaia.

Um debate de grande vulto estabeleceu-se sobre a variação de precipitação em função da altitude ao longo das encostas de montanhas. Em certa época prevaleceu a opinião de que a precipitação fosse mais abundante perto de 900m e diminuísse à medida que subíssemos. Esta opinião se fundamentava no fato de que perto daquela altitude decresce a umidade específica saturada e, portanto, também o valor da massa de vapor d'água que pode conter uma coluna de ar. Entretanto, nas regiões tropicais, numerosos exemplos contradizem esta teoria. Na serra dos Órgãos, por exemplo, a cidade de Petrópolis, situada na escarpa, perto de 900m (858m) possui índice pluviométrico (2.272,9 mm) menor do que a cidade de Tinguá (2.430,0 mm) situada na base da mesma escarpa (135 m). Poderíamos atribuir que, na serra dos Órgãos, o nível altimétrico de precipitação mais abundante estivesse abaixo de 900 m e assim encontraríamos no Sudeste do Brasil um exemplo que corroborasse aquela teoria. Porém, como explicaríamos o fato de que na escarpa da Mantiqueira a precipitação mais abundante é registrada justamente num de seus níveis mais altos, o Alto Itatiaia? Enquanto esta localidade situada a 2.199 m de altitude (portanto, muito acima daquele nível teórico de maior umidade específica saturada) registra 2.238 mm de precipitação, a estação meteorológica de Resende situada na mesma escarpa, a 404m, registra uma altura de precipitação anual bem inferior, ou seja, 1.623,9 mm. Sem dúvida, a existência de um nível de maior umidade específica saturada, acima do qual as precipitações de-

ISOIETAS ANUAIS (mm)

50 Km 0 50 150 250 350



AUTOR: EDMON NIMER

FIG 9 — $DIVEd/D$ — pmsi

crescem em função do decréscimo de vapor d'água contida numa coluna de ar, explicam o motivo pela qual a precipitação diminui perto do cume das cadeias muito altas. Porém, esse nível deve variar grandemente de uma região para outra, dependendo de fatores regionais (fatores dinâmicos) e locais (orientação e declividade das encostas), uma vez que a precipitação é função não só da massa d'água contida no ar mas também de sua velocidade de subida. Dependendo de condições regionais e locais esta velocidade pode aumentar até valores desconhecidos. Por isso, não é surpreendente que no decurso de anos as medidas da água de escoamento superficial provoram que em muitas cadeias de altas montanhas a precipitação exceda de muito às primeiras estimativas.

Em Havaí, conforme RIEHL (1954) a situação é bem definida: os três picos, em Mani (cerca de 2.500 m) e na ilha principal (cerca de 3.100 m e 3.700 m), que penetram na camada de inversão térmica superior são áridos no cume, enquanto a isoietas de 8.000 mm tem seu centro situado a cerca de 900 m de altitude. Entretanto, a precipitação máxima não se acha a 90 m em toda ilha do Havaí. Caminhando rumo ao sul, por exemplo, ao longo da curva de nível de 900m e partindo da zona de maior precipitação na parte leste, após um percurso de 30 km a precipitação cai dos 8.000 mm para 1.000 mm subindo, em seguida, rapidamente para 4.000 mm e recaindo a 1.000 mm na extremidade sul da ilha. Este exemplo demonstra como a variação de precipitação em função da altitude ao longo das encostas de montanhas é muito mais complexa do que se imaginava. Portanto, um método satisfatório de determinação de sua variação está por ser enunciado.

No Sudeste do Brasil, como de resto em todo o território brasileiro, não existe uma rede de estações meteorológicas estrategicamente localizadas que nos permita o conhecimento destas variações. Não obstante, estando a inversão térmica situada normalmente acima de 1.500 m e sua rápida elevação, ou mesmo seu desaparecimento durante as situações de passagem de *corrente de circulação perturbada*, principalmente as de natureza frontogenética, não permite supor que as zonas altimétricas perto de 900 metros sejam os limites acima do qual a precipitação diminua. Ao contrário, no Brasil, os poucos exemplos de que dispomos sobre esta questão indica que a precipitação é tanto maior quanto mais elevada a cota altimétrica das encostas e, quando acontece haver uma diminuição (como vimos comparando as estações meteorológicas de Tinguá e Petrópolis), esta é de gradiente muito pequeno. No entanto, é possível que, de um modo geral, somente a partir de 2.500 a 3.000 m exista um sensível declínio de precipitação, porém este declínio seria mais em decorrência dos fatores locais de convecção termodinâmica da coluna de ar do que da inversão térmica superior do *anticiclone subtropical*, uma vez que, como vimos na Unidade I, as chuvas sob regime de inversão superior, além de raras são pouco copiosas.

De qualquer forma é sem dúvida que as áreas mais serranas do Sudeste do Brasil, e suas proximidades, especialmente ao longo daquelas referidas trajetórias mais freqüentadas por *correntes perturbadas*, são as mais copiosas. As "serras" do Mar e Mantiqueira destacam-se, dentre outras, não apenas por estarem sob as trajetórias preferidas pelas *frentes polares e linhas de IT*, mas também por sua orientação paralela ao litoral, no sentido WSW-ENE. Com esta orientação, as escarpas abruptas das referidas "serras" se opõem frontalmente às correntes de chuvas *frontais* de componente, geralmente de S a SE, representadas pelas descontinuidades polares.

Nenhuma outra "serra" do território nacional exerce tanta influência no sentido do acréscimo de precipitação quanto estas duas. Nas si-

tuações de chuvas generalizadas por toda a região, quase sempre os índices mais elevados se dão nas referidas “serras” ou proximidades. Muitas vezes, enquanto na Baixada Litorânea e no Vale do Paraíba as chuvas são insignificantes, e até mesmo inexistentes, em largos trechos dessas “serras” se verificam intensos aguaceiros.

A maneira pela qual estas “serras” atuam no sentido de aumentar as precipitações sobre elas já foi focalizada quando analisamos o papel da orografia na intensificação da turbulência do ar pela ascendência dinâmica provocada pelo obstáculo montanhoso. Acrescentamos apenas que em virtude de o maior número de precipitações (inclusive as mais abundantes) no centro sul da Região Sudeste estar ligada às instabilidades *frontais* e *pós-frontais* (correntes perturbadas de S), a Serra do Mar por ser, na maioria das vezes, a primeira a ser atingida pelas *correntes perturbadas* de origem subpolar, é mais pluviosa que a serra da Mantiqueira. Nela está o local mais chuvoso do Brasil: em São Paulo, em torno de Paranapiacaba e Itapanhaú, localidades situadas no alto da serra em altitudes de 801 e 730 m, respectivamente, chove em média mais de 3.600 mm, atingindo o máximo brasileiro nesta última localidade com 4.457,8 mm.

Essas duas áreas de precipitação anual mais elevada se constituíram numa só, não fora a depressão do vale do Paraíba do Sul. A dissecação adiabática do ar neste vale o torna sensivelmente menos chuvoso do que as “serras” do Mar e Mantiqueira: inferior a 1.500 mm. Aliás fora dessas duas áreas — excessão a região serrana do sul capixaba, e de Gameleira, situado no alto da serra do Espinhaço, no norte de Minas Gerais — no restante do território da Região Sudeste chove menos de 1.500 mm.

Quase todo o interior do território paulista apresenta índices de 1.000 a 1.250 mm. Aí, embora sejam freqüentes a invasão de *frente polar*, suas chuvas frontais são geralmente menos copiosas porque a referida descontinuidade, quando não entra em *frontólise*, no interior, se dirige imediatamente para NE, ficando esta área sob chuvas fracas *pós-frontais* retornando rapidamente o tempo estável. Só raramente a FP se estaciona sobre o interior paulista. Além disso, sua posição meridional torna menos freqüentes as chuvas de IT.

Da mesma forma, o centro norte e leste de Minas Gerais, o Espírito Santo e o norte do Estado do Rio recebem, em média, menos de 1.500 mm de chuva durante o ano. Nessas áreas as depressões do relevo (médio Vale do Rio São Francisco, médio vale do Rio Jequitinhonha, baixo e médio Vale do Rio Doce) constituem as mais importantes áreas onde o índice médio de precipitação anual é inferior a 1.000 mm. No vale do Jequitinhonha a estação meteorológica localizada na cidade do mesmo nome apresenta apenas 853 mm, e no vale do Rio Doce, Governador Valadares acusa 852 mm. Tratam-se, pois, dos mais baixos índices de altura da precipitação anual na Região Sudeste. Essas áreas devem sua menor precipitação à sua posição a nordeste da Região Sudeste, onde menos freqüentemente chegam as *correntes perturbadas* de S, pois, como vimos, as descontinuidades polares vindo geralmente de SW, freqüentemente se estacionam, dissipam-se ou recuam antes de atingir essas áreas. Além disso, as correntes perturbadas de E, representadas pelas EW praticamente só atinge o Espírito Santo, nordeste de Minas Gerais e o norte do Estado do Rio de Janeiro, mesmo assim só raramente, ficando as referidas áreas na dependência principal das *correntes perturbadas* de W., representadas pelas *linhas de IT*.

Não obstante seu vasto território, a *marcha estacional* da precipitação na Região Sudeste compreende praticamente um único regime:

o *máximo* pluviométrico se verifica no solstício de verão e o *mínimo* no solstício de inverno, semelhante, portanto, ao regime de chuvas do Brasil central. Isto significa que o *máximo* pertence à época em que os dias são mais longos que as noites, e o *mínimo* à época em que as noites são mais longas que os dias, tratando-se, portanto, de um regime estacional típico das regiões de *clima tropical*.

De fato, o centro sul da Região Sudeste (sul de Minas Gerais, Guanabara e quase todo o território dos Estados do Rio de Janeiro e S. Paulo) o *máximo* se verifica geralmente em janeiro, enquanto que no restante da Região ele se dá quase sempre em dezembro. É bem verdade que no Espírito Santo alguns postos pluviométricos apresentam o mês de novembro como o mais chuvoso, e do litoral da Guanabara ao sul de São Paulo alguns postos assinalam o *máximo* em fevereiro ou março. Notamos, contudo, que o *máximo* do solstício de verão é pouco acentuado, principalmente no setor oriental e meridional da Região e, em certos anos, a maior precipitação mensal pode ser registrada de outubro a março e até mesmo em abril ou maio, ou seja ao longo do “verão” climático que nos referimos na introdução. Durante este período pode ocorrer, em certos anos, até mais de um *máximo*.

De qualquer forma, o *máximo* geralmente se dá em dezembro ou janeiro, estando eles relacionados à soma de chuvas de IT e de FP, ou seja, da conjugação das *corrente de circulação perturbada* de W (típicas do verão) e das *correntes de circulação perturbada* de S.

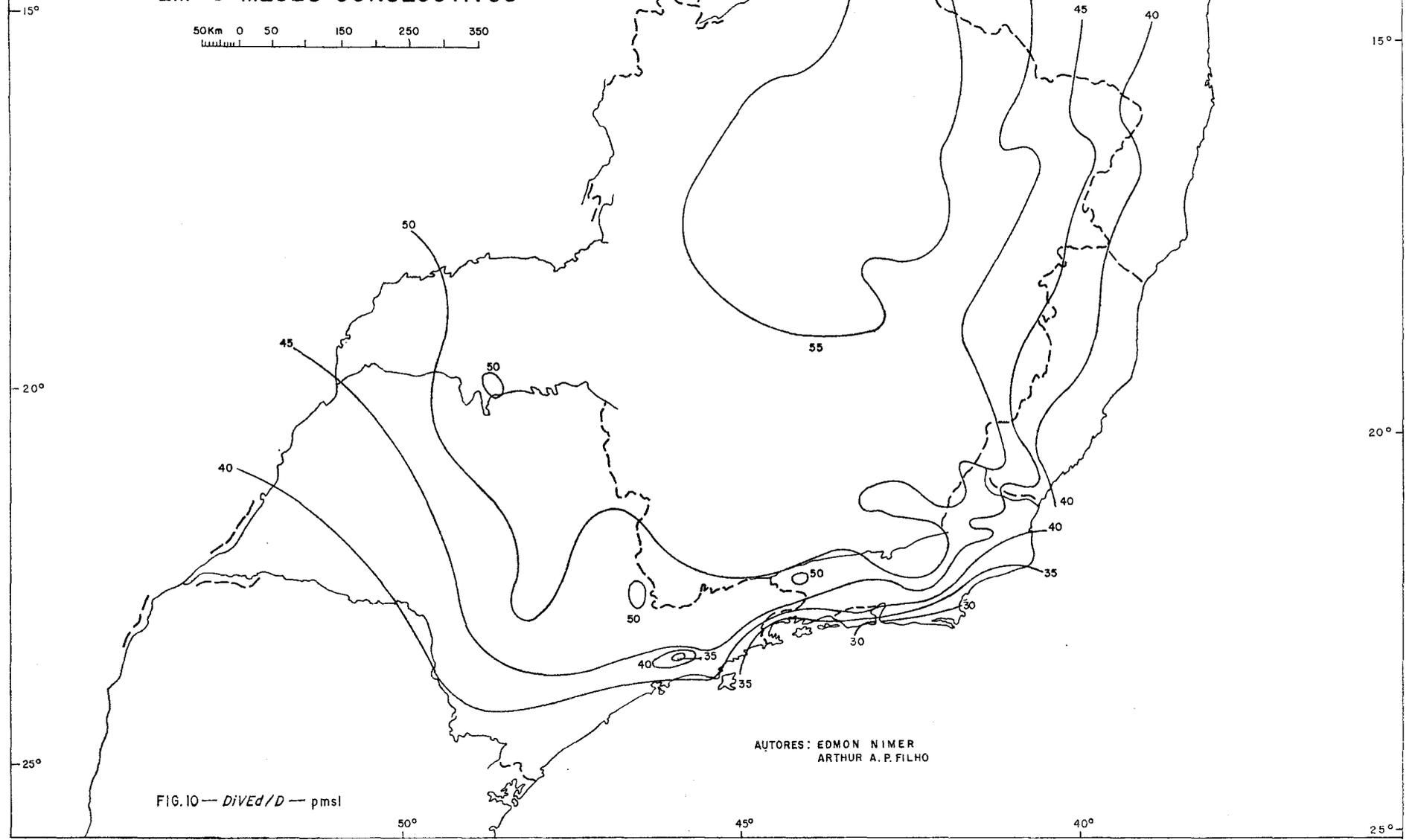
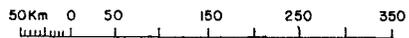
Quanto à época do *mínimo*, é ainda mais simples: em toda região ele se dá em julho, sendo muito raros os postos pluviométricos que assinalam o *mínimo* em junho ou agosto. Este *mínimo* está relacionado à ausência quase completa de chuvas de IT, ficando a região na dependência quase que exclusiva das instabilidades *frontais* representadas pelas *correntes perturbadas* de S., cujas precipitações nesta época, pelos motivos assinalados na introdução, são, geralmente, pouco copiosas. Esclarecemos, contudo, que no norte do Estado do Rio de Janeiro e, sobretudo, no Espírito Santo, o decréscimo de chuvas *frontais*, nesta época, é quase completamente recompensado pelo acréscimo de chuvas de E trazidas pelas *ondas de este*.

Voltando aos índices pluviométricos, lembramos que na análise dos totais anuais, ressaltamos os contrastes especiais: enquanto que algumas áreas possuem pluviometria de pouca significância, outras registram as maiores precipitações do Brasil. Porém outro fato de igual importância, relativo às precipitações sobre esta Região reside na forma pela qual ela se *distribui durante o ano*.

Por se tratar de uma região tropical, a repartição das precipitações do Sudeste do Brasil se caracteriza por sua *grande concentração em poucos meses*, somente inferior àquela que se verifica na Região Nordeste. Com efeito, na maior parte da Região Sudeste, do volume de águas precipitadas durante o ano, mais de 50%, em média, se concentra em 3 meses, atingindo 55 a 60% no Vale do São Francisco e Serra do Espinhaço (Fig. 10). Entretanto, ao longo do litoral e do sul de São Paulo, a maior frequência de instabilidades trazidas pelas *correntes perturbadas* de S e E, não permitem importantes concentrações em termo de porcentagem: 40% a 35% no litoral paulista e capixaba, 35 a 30% ou 30 a 25% no litoral fluminense e carioca. Isto significa que naquelas áreas de maior concentração, precipita, em média, 600 a 1000 mm no trimestre mais chuvoso, ultrapassando estes índices no setor meridional da Serra do Espinhaço, na Serra da Mantiqueira e na Serra do Mar.

PORCENTAGEM DA PRECIPITAÇÃO MÁXIMA
EM 3 MESES CONSECUTIVOS

50Km 0 50 150 250 350

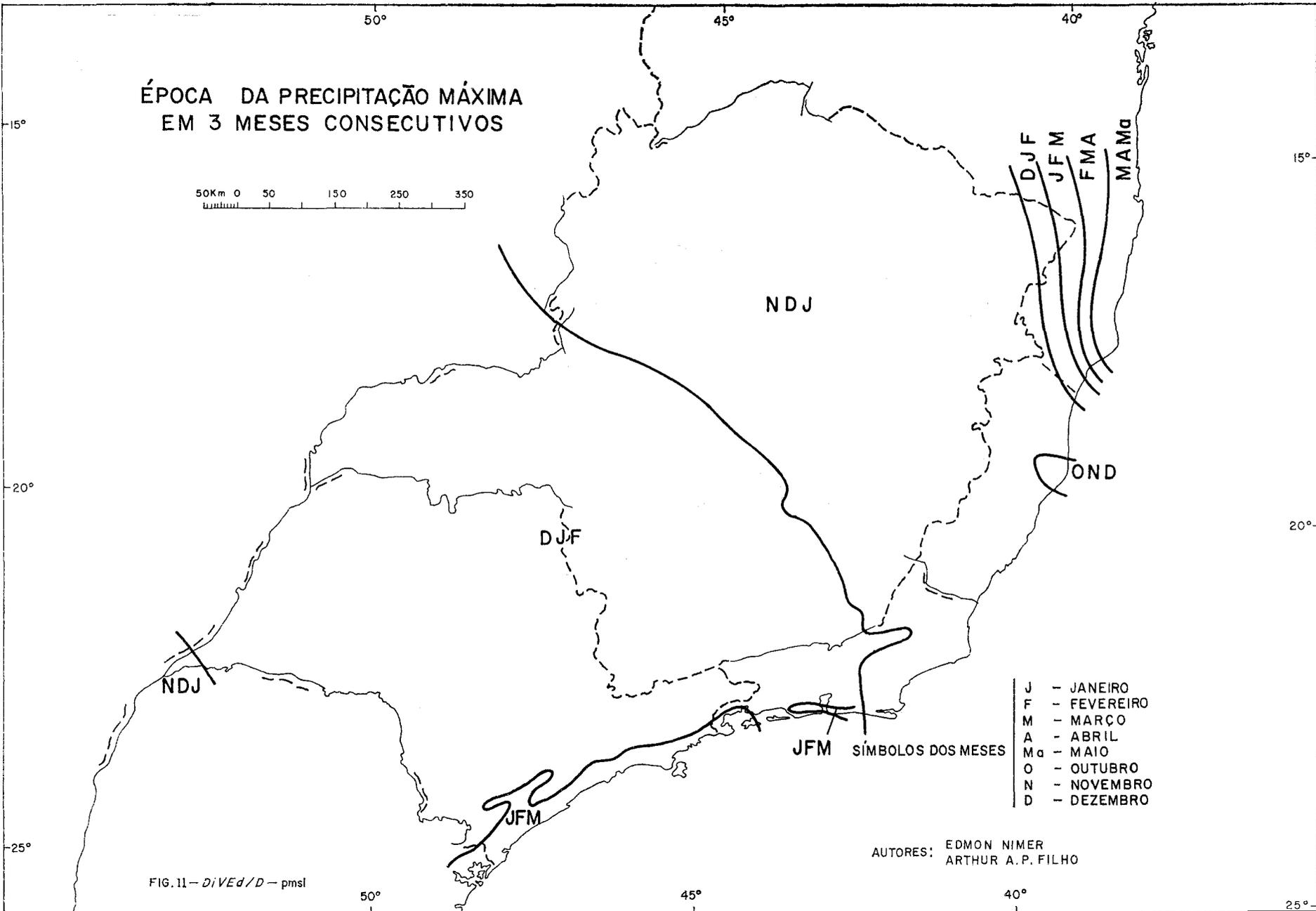


AUTORES: EDMON NIMER
ARTHUR A. P. FILHO

FIG.10 — D_{iVed}/D — pmsl

ÉPOCA DA PRECIPITAÇÃO MÁXIMA EM 3 MESES CONSECUTIVOS

50Km 0 50 150 250 350



- J - JANEIRO
- F - FEVEREIRO
- M - MARÇO
- A - ABRIL
- M_a - MAIO
- O - OUTUBRO
- N - NOVEMBRO
- D - DEZEMBRO

AUTORES: EDMON NIMER
ARTHUR A. P. FILHO

FIG. 11 - DiVEd/D - pmsl

Nesta última, em território paulista, a estação de Itapanhaú, com 1.500 mm, assinala o máximo brasileiro. *

A época de ocorrência destas concentrações máximas em 3 meses consecutivos se verifica em torno do máximo do solstício de verão. De um modo geral uma linha estendida no sentido NW-SE divide a Região Sudeste ao meio (Fig. 11): a NE desta linha o trimestre mais chuvoso corresponde a novembro-dezembro-janeiro; a SW desta linha os três meses consecutivos mais chuvosos estão relacionados a dezembro-janeiro-fevereiro. Entretanto, algumas áreas muito restritas apresentam um ligeiro desvio, dentre os quais destaca-se o litoral de São Paulo, cujo trimestre mais chuvoso corresponde a janeiro-fevereiro-março.

Desta forte concentração estacional resulta que em quase toda Região Sudeste o regime de precipitação se caracteriza, sobretudo, pela existência de uma estação muito chuvosa, na qual, não raras vezes, as precipitações são abundantes, enquanto que um período de duração variável se constitui em muito seco, cuja ocorrência de chuvas além de serem raras são geralmente pouco copiosas. ** Ao analisar a distribuição das chuvas, vimos que os setores meridional e oriental da Região são os mais bem regados por serem os mais atingidos por *correntes perturbada* de S, representadas pela *frente polar* e pelas *correntes perturbadas* de E, representadas pelas *ondas de este*, ficando o interior da Região bem menos beneficiado por tais chuvas. Vimos ainda como a orografia interfere sobre aqueles fatores no sentido simétrico em alguns casos e assimétricos em outros.

Da mesma forma a *duração média dos períodos secos* está vinculada aos fatores dinâmicos da atmosfera, coincidindo, por isso, com a altura das precipitações anuais. Em outras palavras, com algumas exceções, o comportamento das isarítimas de duração do período seco (Figura 12) repete o traçado das isoietas anuais (Fig. 9).

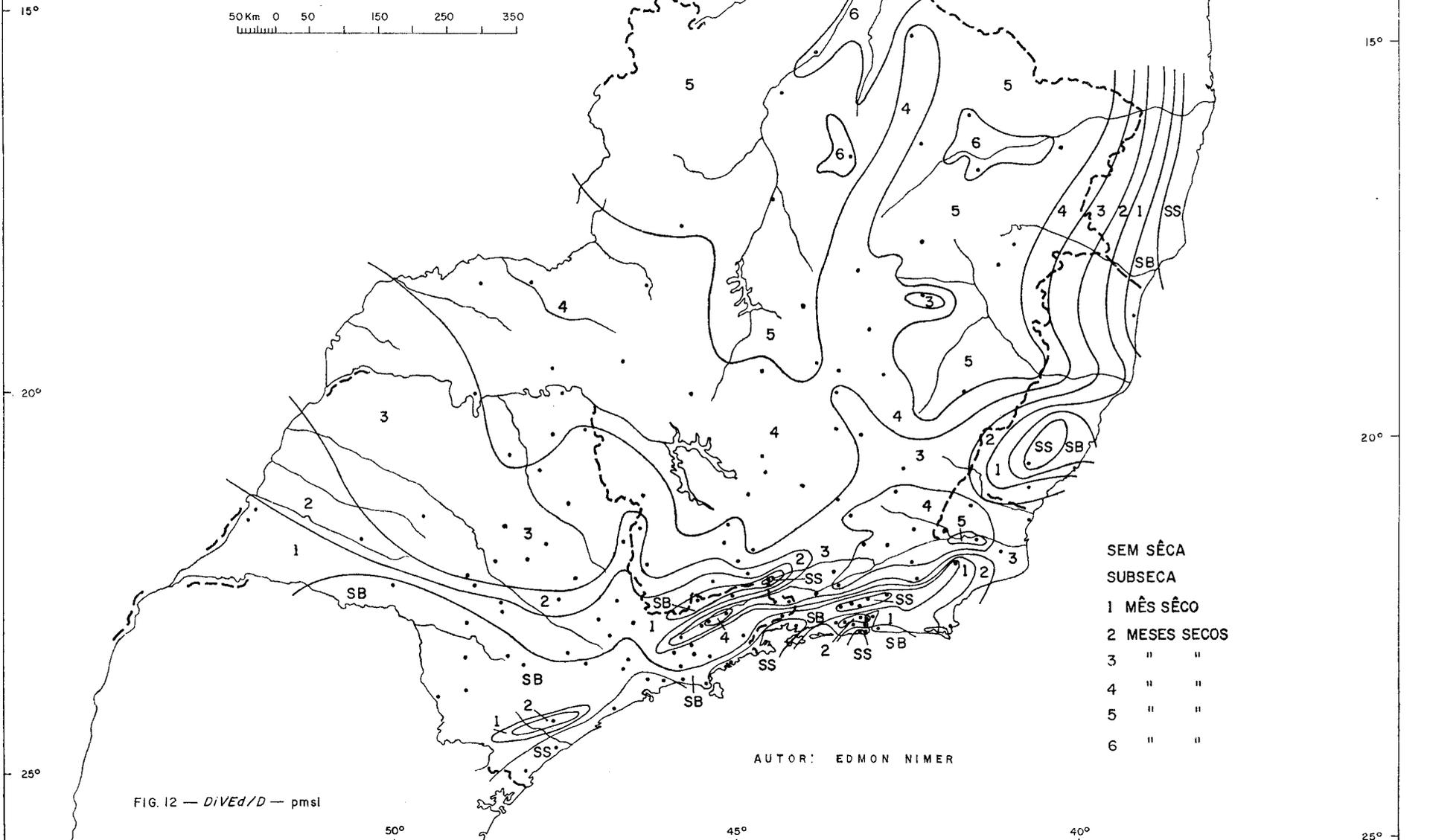
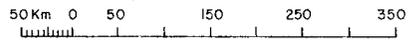
Caminhando do sul de São Paulo para o norte, e do litoral da região para oeste, passamos por áreas sem sequer um mês seco até aquelas que possuem 6 meses secos. Este comportamento regional da seca é uma decorrência da posição dessas áreas em relação aos fatores dinâmicos da atmosfera e do maior ou menor grau de maritimidade (fatores regionais).

Entretanto, a orografia, interferindo sob estes fatores tornam a distribuição da seca na Região bem mais complexa do que se supõe a primeira vista. As escarpas e serras, tornando as chuvas mais frequentes e abundantes, atuam no sentido de diminuir a duração do período seco, enquanto que os vales mais profundos, agindo no sentido inverso, fazem o período seco mais prolongado. Os 5 meses secos do centro norte de Minas Gerais transformam-se em 6 meses no médio Vale do São Francisco e do Jequitinhonha e no alto curso do rio Verde Grande (afluente do S. Francisco) e em 3 a 4 meses na serra do Espinhaço. No Espírito Santo, enquanto o Vale do Rio Doce possui de 1 a 4 meses secos,

* No Sudeste brasileiro há uma tendência geral de simetria entre a concentração de chuvas expressas em porcentagem e em milímetro, o que não ocorre na Região Nordeste, onde a assimetria constitui a tônica geral, ou seja, nas áreas em que a concentração porcentual é maior, é menor a quantidade de água precipitada naqueles 3 meses.

** Esclarecemos que para a determinação de seca, adotamos o critério de GAUSSEN e BAGNOULS (1953). Estes autores, com base em trabalhos de ecologia vegetal, consideram seco aquele mês cujo total das precipitações em milímetro é igual ou inferior ao dobro da temperatura média em graus Celsius ($P \leq 2T$). Para a determinação de subseca adotamos a fórmula $P \leq 3T$ de Walter e Lieth (1960), aplicável aos locais que não possuem sequer 1 mês seco.

DURAÇÃO DO PERÍODO SÊCO



- SEM SÊCA
- SUBSECA
- 1 MÊS SÊCO
- 2 MESES SECOS
- 3 " "
- 4 " "
- 5 " "
- 6 " "

AUTOR: EDMON NIMER

FIG. 12 — D_{IVEd}/D — pmst

ÉPOCA DOS PERÍODOS SECOS

50 Km 0 50 150 250 350

AUTORES : EDMON NIMER
ARTHUR A. P. FILHO



PERÍODO DE OBSERVAÇÃO ● MENOS DE 10 ANOS
○ MAIS DE 10 ANOS

SÍMBOLO DOS MESES

- | | | | |
|----|-----------|----|----------|
| J | JANEIRO | AG | AGOSTO |
| F | FEVEREIRO | S | SETEMBRO |
| M | MARÇO | O | OUTUBRO |
| A | ABRIL | N | NOVEMBRO |
| MA | MAIO | D | DEZEMBRO |
| JN | JUNHO | SS | SEM-SECA |
| JL | JULHO | SB | SUB-SECA |

FIG. 13 — DiVEd/D — pmsl

do litoral para o interior, a encosta do Caparaó, a barlavento das *correntes perturbadas* de sul e de este, não possui sequer um mês seco. Nos Estados do Rio e São Paulo, enquanto o Vale do Paraíba do Sul possui 3 a 5 meses secos, nas "serras" do Mar e Mantiqueira a seca compreende apenas 1 mês, mesmo assim, em restritas áreas.

Quanto a época de ocorrência de tais secas (Fig. 13), esta reflete um caráter comum: a *tropicalidade*. Como sabemos quase todo território regional do Sudeste do Brasil acha-se localizado na zona intertropical, possuindo, por isso mesmo, máximos pluviométricos no verão e mínimo no inverno. Com exceção das áreas meridionais e litorâneas, estes mínimos são tão baixos que determinam uma estação seca. É bem verdade que dependendo da duração do período seco, este pode extravasar o inverno, isto é, prolongar-se até o início da primavera ou iniciar-se no fim do outono, ou ainda, iniciar-se no fim do outono e estender-se ao início da primavera. Porém, em qualquer destes casos o aprofundamento da seca se dá no solstício de inverno.

2 — *Desvios Pluviométricos Anuais em Relação à Normal* — *O Sudeste é uma região cuja variabilidade da precipitação é muito importante*

O mecanismo atmosférico nas regiões tropicais se caracteriza, sobretudo, por sua notável irregularidade, isto é, sua dinâmica está sujeita a apresentar comportamentos bem distintos quando comparado de um ano para outro. Disto resulta que as precipitações em cada ano estão, conseqüentemente, sujeitas a totais bem distintos, podendo se afastar grandemente dos valores *normais*.

Portanto, as desvantagens do regime anual de chuvas com seca de 4 a 5 meses nas áreas de clima semi-úmido e 6 meses nas de clima semi-árido, são ainda acentuados pela sua grande irregularidade. No Brasil somente a Região Nordeste acusa desvios mais significativos que os verificados na Região Sudeste (Fig. 14). Com efeito, são diminutas as áreas que apresentam desvios médios (positivos ou negativos) em relação à *normal*, inferior a 15%.

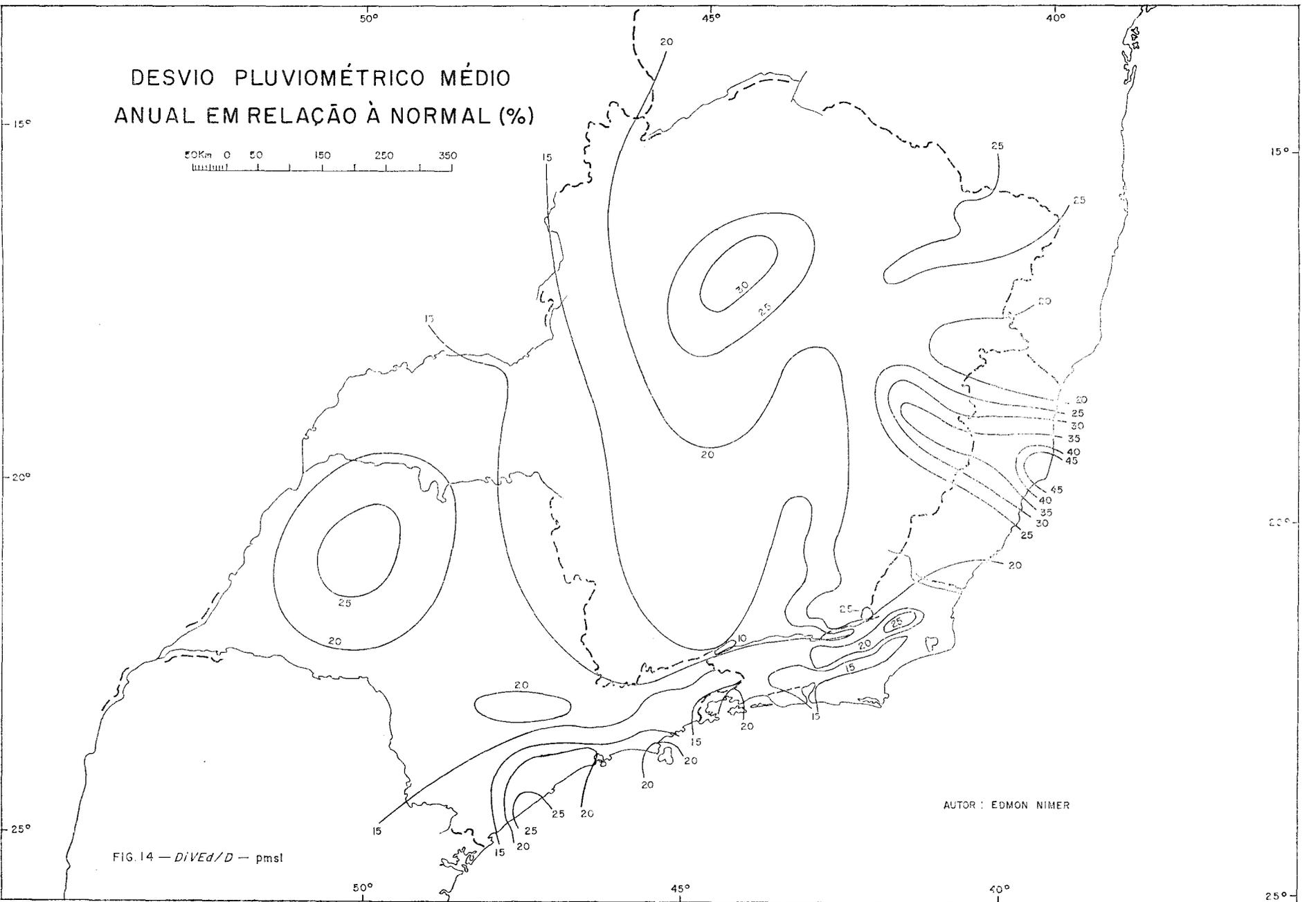
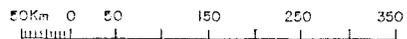
Comparando o mapa de desvio pluviométrico médio (Fig. 14) com o mapa de isoietas anuais (Fig. 9), constatamos que, de um modo geral, o desvio é tanto maior quanto menor é a altura da precipitação anual. Os desvios médios inferiores a 15% se dão nas "serras" do Mar e Mantiqueira e num estreito corredor que se estende de NW-SE, do sudeste de Goiás ao Estado do Rio, interrompido apenas no vale do rio Paraíba.

A sudoeste deste corredor o desvio chega a ser superior a 25% no oeste paulista, e a nordeste, em Minas Gerais e Espírito Santo, chega a atingir 25 a 30% no vale de Jequitinhonha, 25 a 35% no vale do São Francisco e de 30 a 50% no vale do rio Doce.

Entretanto, por se tratar de desvios médios, sua importância reside apenas no fato deles indicarem a tendência da variabilidade: as áreas de maiores desvios médios são aquelas sujeitas, em determinados anos, a maiores desvios efetivos, e estes costumam ser muito superiores ao indicados pelos desvios médios. Em certos anos a Região Sudeste recebe uma quantidade de chuvas de cerca do dobro da *normal*, chegando a atingir o triplo nas áreas semi-áridas. Em contrapartida, determinados anos acusam totais tão insignificantes que, em certas áreas do norte e nordeste da Região, mormente nas áreas semi-áridas, as chuvas faltam quase que totalmente.

Outra característica dos desvios pluviométricos nessa Região é a sua extrema complexidade. Tomando por base o estudo dos desvios efe-

DESVIO PLUVIOMÉTRICO MÉDIO ANUAL EM RELAÇÃO À NORMAL (%)



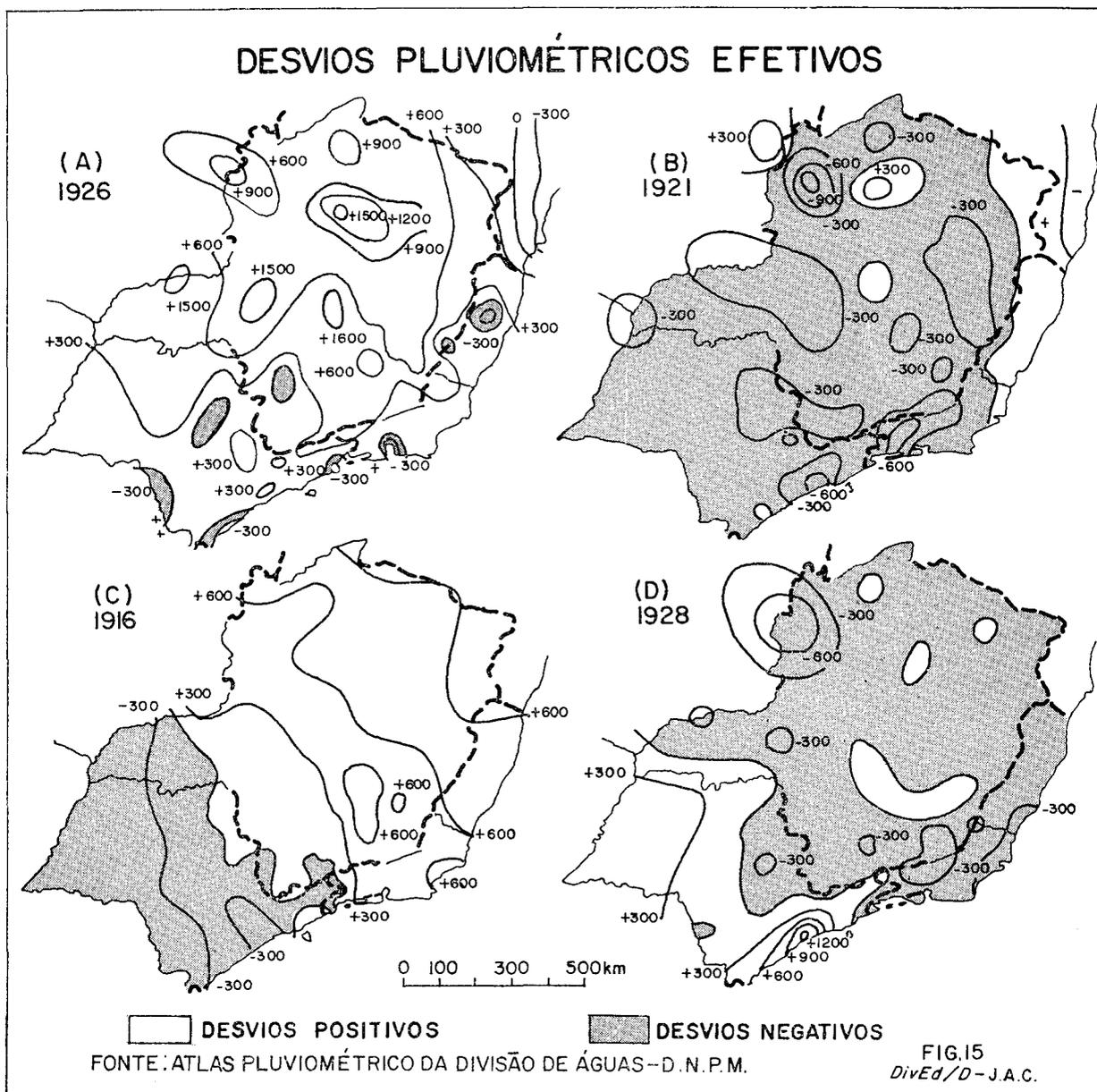
AUTOR : EDMON NIMER

FIG. 14 — $D \cdot V / E d / D$ — pmsl

tivos de 1914 a 1938, realizado pela Divisão de Águas do DNPM (1948), concluímos que no Sudeste brasileiro a distribuição dos desvios pluviométricos ocorre de diversas maneiras:

- à exceção de restritos locais, toda a Região apresenta desvios positivos, como ocorreu em 1919, 1922, 1926, 1929, 1931, e 1937 (Fig. 15-A);
- à exceção de restritos locais, toda a Região apresenta desvios negativos, como ocorreu em 1914, 1915, 1921, 1925, 1927 e 1934 (Fig. 15-B);
- enquanto o setor nordeste da Região acusa desvios negativos, o setor sudoeste acusa desvios positivos, como ocorreu em 1923, 1928 e 1932 (Fig. 15-D).

DESVIOS PLUVIOMÉTRICOS EFETIVOS



- d) enquanto o setor nordeste da Região acusa desvios positivos, o setor sudoeste acusa desvios negativos, como ocorreu em 1916, 1917, 1924 e 1933 (Fig. 15-C).
- e) A distribuição dos desvios não apresenta forma definida, como ocorreu em 1918, 1920, 1930, 1935, 1936 e 1938.

Como se pode observar, os tipos *A*, *B*, e *C* são os mais freqüentes. O caráter assimétrico no comportamento dos desvios num mesmo ano (tipo *C* e *D*), se deve ao seguinte fato: a irregularidade da precipitação (desvios) na Região Sudeste está, sobretudo, ligada diretamente à maior ou menor atuação de *correntes perturbadas* de Sul (FP durante o semestre chuvoso, geralmente, de outubro a março.* Aqueles anos em que este semestre recebe precipitações abundantes são certamente anos que se caracterizam por desvios positivos e alto índice de participação de *correntes perturbadas* de Sul no semestre chuvoso (1966-1967, por exemplo). O contrário se dá naqueles anos cujo semestre normalmente chuvoso acusa baixo índice de correntes perturbadas de Sul e desvios negativos. Como vimos, o Sudeste do Brasil está localizado sob a zona cujo choque entre o *anticiclone polar* e o *anticiclone subtropical se dá em equilíbrio dinâmico*. Esta zona de choque está mais precisamente sobre o setor sudoeste da Região, daí este setor possuir um índice de participação de descontinuidade polar bem superior ao setor nordeste. Sendo assim, é fácil compreender que nos anos cujo semestre chuvoso é pouco freqüentado por invasões desta descontinuidade, o decréscimo relativo de precipitações se faz de modo mais pronunciado no setor sudoeste. Além disso, as chuvas de EW do litoral, como vimos, possuem significância apenas do Espírito Santo ao norte do Estado do Rio de Janeiro. Deste modo, os anos que se caracterizam por grande intensidade de EW, suas chuvas vão beneficiar quase que apenas o setor nordeste da Região.

Outro elemento importante a considerar nos climas das regiões tropicais, afeito à grande variabilidade pluviométrica (desvios) diz respeito à estação seca. Nos anos de fortes desvios positivos, mormente quando a estação seca ou menos chuvosa (inverno, no Sudeste do Brasil) recebe índices pluviométricos muito superiores à *normal*, as áreas de curta estação seca (em termos de *normais*) não possuem, nestes anos, um mes seco sequer, e aquelas de seca muito prolongada têm esta estação grandemente encurtada. Ao contrário, nos anos de fortes desvios negativos, principalmente quando o semestre chuvoso acusa igualmente fortes desvios negativos, toda a Região Sudeste experimenta uma estação seca, e aquelas áreas de estação seca superior a 4 meses, em termos de *normais*, acusam, nesses anos, secas que se prolongam por quase todo o ano.*

Finalmente, devemos saber que não havendo periodicidade para os fortes desvios positivos ou negativos, a previsão de tais fenômenos torna-se indiscutivelmente necessária, pois além de sua importância para a economia regional do Sudeste, viria assegurar, igualmente, prognósticos para outras regiões do país. Isto por si só justificaria uma atenção por partes dos governos estaduais e federal de nossas empresas públicas e privadas.

* Esta fato ficou demonstrado através da pesquisa realizada pelo autor, relativa à análise da precipitação na região serrana do Sudeste (1971).

A existência de seca não implica necessariamente em ausência completa de chuvas. No Sudeste, somente em caso de raríssima exceção acontece um mês ficar com ausência completa de chuva. A consideração de seca refere-se à insuficiência ecológica de precipitação, segundo a fórmula $P \geq 2 T$ a que já nos referimos.

Como há na atmosfera uma circulação geral tendente a mantê-la em equilíbrio de pressão e temperatura, há conseqüentemente, estreita relação entre os diversos sistemas de circulação *perturbada* ou não, os quais se movem em perfeito sincronismo, cujo conhecimento, tendo em vista a previsão do tempo a longo prazo, é praticamente possível graças ao notável progresso da meteorologia sinótica nas últimas décadas e pela densa rede de postos de observação situados em locais estratégicos nos diversos continentes. *

IV — O Sudeste é uma região de notável diversificação climática **

Por se tratar de uma região de topografia muito acidentada, com vasto litoral soprado quase constantemente pelos alísios de E e NE; e sobretudo, por se tratar de um território de importantes variações de latitude e longitude, localizado sob a trajetória preferida pelas *frentes polares* (correntes perturbadas de S), onde freqüentemente o sistema de circulação do *anticiclone polar* das altas latitudes e o sistema de cir-

* Com este fim o meteorologista A. SERRA (1966) aplicou um método muito prático, utilizando apenas as estações meteorológicas do Brasil e Argentina, através do qual ficou demonstrado, não apenas sua aplicabilidade para todo o Brasil como ainda traçou as diretrizes gerais para tal previsão. Naquela oportunidade o referido autor esclareceu que as previsões trimestrais obtidas conforme aquele método poderão ser muito melhoradas desde que se realize um estudo de correlações de temperatura e pressão baseado nas estações meteorológicas da rede mundial.

** Antes de passarmos às diferentes categorias de climas, tonam-se indispensáveis alguns esclarecimentos. A exemplo do que fizemos para outras Regiões brasileiras, não adotamos para esse fim nenhum critério classificatório tradicional. Este comportamento permite ao climatologista selecionar os aspectos climáticos mais importantes, que fornecerão limites índices expressivos em determinada região, bem como, subsídios para melhor caracterização de seus climas. Deste modo, o climatologista não apenas foge dos enquadramentos pré-estabelecidos pelos critérios tradicionais como ainda lhe é permitido utilizar parcialmente diversos critérios de diferentes autores, naquilo que lhe parece significativo. Por exemplo, no critério classificatório aplicado nesta pesquisa usamos do critério KOPPEN a média de 18°C do mês mais frio como limite entre os climas *quentes* (< 18°C) e *subquentes* (< 18°C), embora o referido autor, como sabemos, utilizasse essa isoterma mensal como limite entre os climas "tropical" e "temperado". Da mesma forma, utilizamos o critério de GAUSSEN e BAGNOULS (1953) no que diz respeito à determinação de mês seco, bem como das isotermas mensais de 15°C e 10°C do mês mais frio, como limite entre os climas *subquentes* (18 a 15°C), *mesotérmico brando* (15 a 10°C) e *mesotérmico médio* (10 a 0°C), embora com denominações diferentes daquelas usadas por esses autores.

Outros aspectos aqui abordados foram estabelecidos por nós em consonância ao critério livre para o qual selecionamos os aspectos e os índices que consideramos expressivos na climatologia da Região Sudeste. Assim é que a consideração de climas *superúmidos*, *úmidos*, *semi-úmidos*, *semi-áridos* e *desérticos* com suas diversas variedades: *superúmido* (sem seca ou com subseca, *úmido* (com 1 a 2 ou 3 meses secos), semi-úmido (com 4 a 5 meses secos), *semi-árido brando* (com 6 meses secos), *mediano* (com 7 a 8 meses secos), *forte* (com 9 a 10 meses secos) *muito forte* (com 11 meses secos) e *desértico* (com 12 meses secos) está baseada na relação existente entre esta seqüência e a vegetação natural. No Brasil, exceto na Região Sul, a ausência de seca está sempre relacionada às áreas florestais, a existência de 1 a 2 meses secos é quase sempre acompanhada de florestas, e as áreas de 3 meses secos estão relacionadas às áreas de transição, onde na maioria das vezes aparecem florestas semidecíduas, enquanto que as áreas de 4 a 5 meses secos se relacionam quase sempre com o cerrado. Enquanto isso, as áreas com 6 ou mais meses secos estão relacionadas à caatinga, sendo que, geralmente as áreas de 6 meses secos correspondem a uma caatinga arbórea ou de transição; as de 7 a 8 meses secos, a caatinga arbustiva e a de mais de 8 meses, a caatinga herbácea, sendo tanto mais rala nas áreas de 11 meses secos.

A adoção deste critério permite ainda introduzir na climatologia tradicional de determinada região, conhecimentos relativos à climatologia dinâmica (climatologia moderna) sempre que for possível. Este último comportamento também norteou este estudo. Dele deriva o conceito de *climas tropicais* e *temperados*.

culação do *anticiclone do Atlântico Sul* das latitudes baixas se opõem em equilíbrio dinâmico, o Sudeste do Brasil possui uma notável diversificação de clima.

Como vimos, é muito importante a variação de temperaturas ao longo da Região Sudeste, mormente se considerarmos a distribuição das máximas e das mínimas diárias. Da frequência e importância destas decorre uma notável diferenciação no que concerne às médias mensais.

Por isso, quanto ao comportamento térmico, devemos reconhecer pelo menos 4 categorias ou domínios climáticos: a de *clima quente*, a de *clima subquente*, a de *clima mesotérmico brando* e a de *clima mesotérmico médio* (Fig. 16).

Clima quente — Neste clima, todos os meses acusam média superior a 18,0°C. Dele faz parte cerca de 43,5% do território regional, assim distribuídos: 2,6% nos Estados do Rio de Janeiro—Guanabara, 4,1% no Espírito Santo, 5,6% em São Paulo e 31,2% em Minas Gerais. Compreende as seguintes áreas: Vale do São Francisco e noroeste de Minas Gerais, abaixo de 900-700 metros; encosta oriental do Espinhaço, abaixo de 900 m ao norte e de 500 m ao sul; Zona da Mata de Minas Gerais e Espírito Santo, abaixo de 300 m; norte de São Paulo, abaixo de 600 m a leste e de 300 m a oeste e Estados do Rio de Janeiro—Guanabara, abaixo de 250-150 m. *

Nessas áreas o inverno é ameno e a sensação de frio somente se verifica em forma de ondas espasmódicas por ocasião das invasões do *anticiclone polar*, e o verão climático é sempre quente e muito longo, de outubro a março ao sul e setembro a março ao norte, embora a máxima se verifique, normalmente, em dezembro ou janeiro (solstício de verão) na maior parte do seu território, com tendência de outubro, novembro ou dezembro no noroeste de Minas Gerais e Triângulo Mineiro.

Apesar da identidade fundamental dessas áreas *quentes*, é possível reconhecer, entre elas, certas diferenças importantes quanto ao regime térmico anual: nestas áreas o clima é mais quente nos vales do médio curso dos rios São Francisco e Jequitinhonha, bem como no litoral norte do Espírito Santo, onde nenhum mês apresenta temperatura média inferior a 20°C, a média das mínimas diárias de julho é superior a 16°C e a média do ano é de 24 a 26°C nos referidos vales e de 22 a 24°C no norte do Espírito Santo. Enquanto isso nas demais áreas a média do mês de julho é pouco superior a 18°C, a média das mínimas oscila entre 16 a 10°C e a média anual entre 24 a 20°C geralmente.

Clima subquente — Compreende as terras situadas imediatamente acima daquelas cotas altimétricas. Nele a menor frequência de temperaturas elevadas no verão e o predomínio de temperaturas amenas no inverno, na Região Sudeste, deve-se principalmente à influência da altitude. No entanto, a posição dessa Região ao longo da trajetória preferida pelas *correntes perturbadas* de origem subpolar tornam também a influência da latitude muito importante, uma vez que este domínio climático desce ao nível do mar no litoral paulista. Este fato exprime muito bem o caráter de *transição climática* entre o clima *tropical quente* das latitudes baixas e o clima *temperado mesotérmico* das latitudes médias do Brasil, que caracteriza a Região Sul.

* Para melhor precisão das áreas de ocorrência, deste domínio climático, considerado pela temperatura, recomendamos a observação da Fig. 8, na qual, estão traçadas as isothermas mensais de 18,0°, 15,0° e 10,0°C, as quais limitam as categorias climáticas quanto à temperatura.

DIFERENCIAÇÕES CLIMÁTICAS

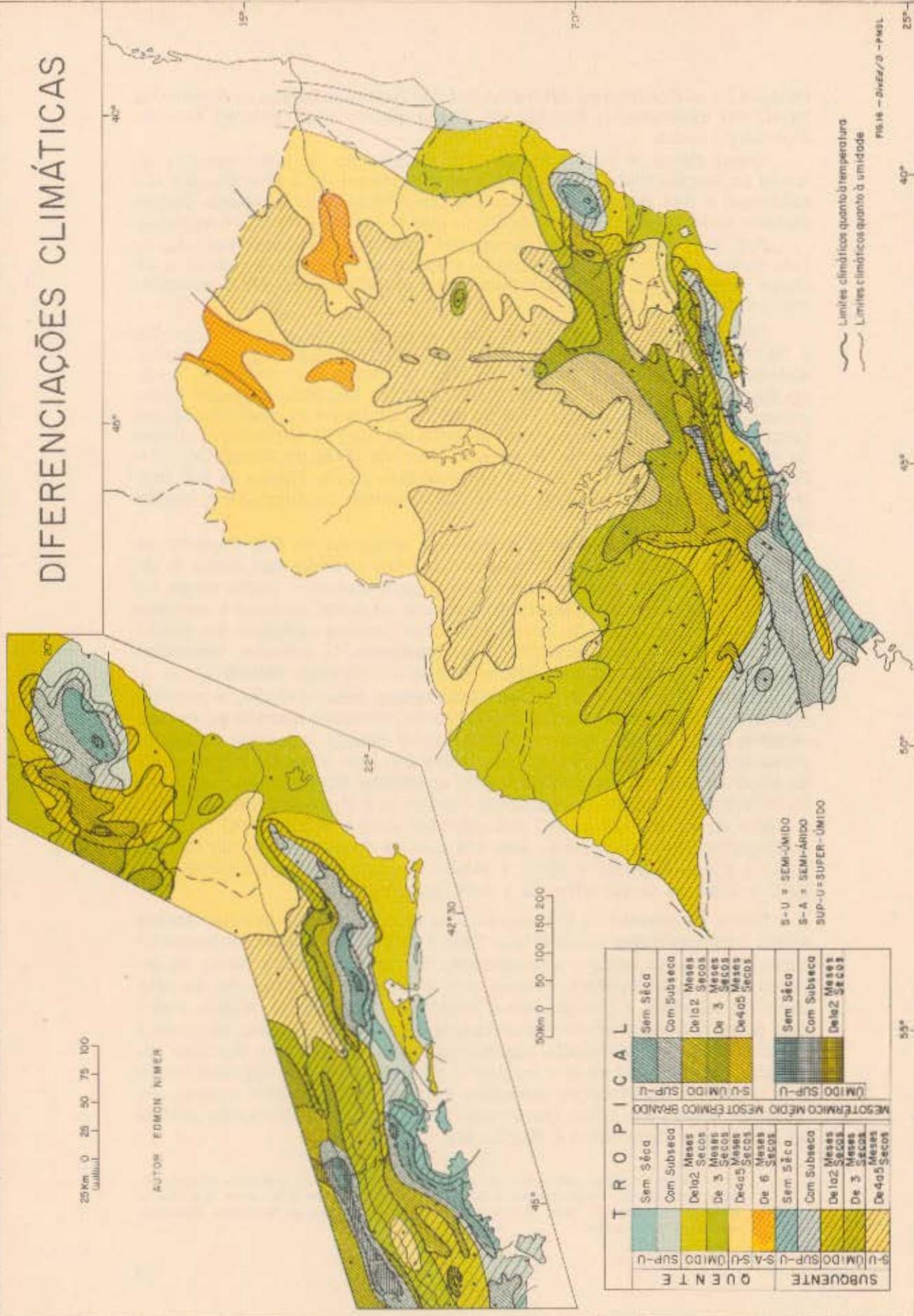


FIG. 16 - Diversidade - P. 101

Essas áreas de *clima subquente* possuem pelo menos um mês com temperatura média inferior a 18°C, o mês mais frio (junho ou julho) varia de 18 a 15°C, com média das mínimas diárias de 10 a 6°C, geralmente. A temperatura média anual é quase sempre inferior a 22°C, variando principalmente entre 20 a 18°C. Seu verão, embora não registre máximas diárias muito elevadas, é, no entanto, quente, uma vez que seu mês mais quente acusa média superior a 22°C, em quase todo seu domínio.

Clima mesotérmico brando — Compreende as superfícies mais elevadas do sul de Minas Gerais, da serra do Espinhaço, das “serras” do Mar e Mantiqueira. Trata-se, pois, de um clima cujo predomínio de temperaturas amenas durante todo o ano (a média anual varia em torno de 19 a 18°C) são devidas principalmente à orografia. Com efeito, do centro de Minas Gerais ao extremo da Região Sudeste, este clima aparece acima das seguintes cotas altimétricas: 1.000 a 900 m no Espinhaço, 900 m no sul de Minas Gerais, 800 a 700 m no Caparaó, 700 m na escarpa da Mantiqueira e na serra do Mar e 500 m em torno da Baía de Paranaguá.

Em quase todas estas áreas o verão é brando e seu mês mais quente acusa média inferior a 22°C, predominando entre 20 a 18°C. Entretanto o inverno é bastante sensível e possui pelo menos um mês com temperatura média inferior a 15°C, porém nunca descendo abaixo de 10°C. Em junho-julho, seus meses mais frios, são comuns mínimas diárias acerca de 0°C, motivo pelo qual a média das mínimas nestas áreas varia, nestes meses, em torno de 8 a 6°C. O fenômeno da geada é aí também muito comum, principalmente nas áreas menos sujeitas à influência marítima, como é o caso do sul de Minas Gerais e do extremo sul de São Paulo, cuja média de ocorrência de geada durante o ano varia, sobretudo, de 5 a 20 e de 5 a 10 dias respectivamente. Nestas áreas já se registrou mínima absoluta de 4°C abaixo de zero.

Clima mesotérmico médio — Este clima aparece acima das cotas altimétricas de 1.600 metros das “serras” do Mar, Caparaó e Mantiqueira. Nestas restritas áreas o constante resfriamento adiabático do ar não permite calor nem mesmo no verão. Nelas jamais registrou-se temperatura superior a 30°C. A média dos meses mais “quentes” é inferior a 17°C e a média anual é, juntamente com as verificadas nos planaltos de São Joaquim e de Palmas (no sul do Brasil), a mais baixa do Brasil, inferior a 14°C. Neste clima há pelo menos 1 mês com temperatura média inferior a 10°C.

Tomando por exemplo as estações meteorológicas de Campos do Jordão (1.600 m da altitude) e do Alto Itatiaia (2.199 m de altitude, esta situada em nível altimétrico mais alto do Brasil), verificamos o seguinte: em Campos do Jordão a média anual é de 13.6°C e em Alto Itatiaia é de 11.5°C. O mês mais “quente” (janeiro) apresenta os seguintes valores: média compensada de Campos do Jordão, 16.0°C, do Alto Itatiaia, 13.6°C; em Campos do Jordão registram médias compensadas inferiores a 15°C de abril a outubro, e em todos os meses no Alto Itatiaia; em Campos do Jordão os meses de junho-julho apresentam médias compensadas inferiores a 15°C de abril a outubro, e em todos os meses no Alto Itatiaia; em Campos do Jordão os meses de junho-julho apresentam médias compensadas inferiores a 10°C, descendo a 8.9°C no mês de julho, enquanto que no Alto Itatiaia a média compensada in-

ferior a 10.0°C se dá de maio a agosto, descendo a 8.4°C em julho; em Campos do Jordão a média das mínimas diárias é inferior a 4.0°C durante o inverno, descendo a 1.8°C no solstício de julho, enquanto que no Alto Itatiaia o inverno possui média das mínimas diárias inferior a 6.0°C, descendo a 5.1°C no solstício de julho; em Campos do Jordão, de abril a outubro já foram registradas temperaturas mínimas inferiores a 0°C, tendo caído a 7.2°C abaixo de zero em 14/06/1948, enquanto que no Alto Itatiaia já se registraram mínimas abaixo de zero de maio a novembro, tendo caído a 6.0°C negativos em 2/7/1918. Nessas estações o número de dias de ocorrência de geada é o mais elevado do país: em média se verifica 46 dias de geada durante o ano em Campos do Jordão com 56 em Alto Itatiaia.

Dai se conclui que, em termos de condições médias anuais, estas áreas, ou mais precisamente estes locais, pelas suas elevadas altitudes, possuem o clima mais frio do Brasil. *

Entretanto, levando-se em conta o regime pluviométrico (ou de umidade) ou mais especificamente a *existência ou inexistência de seca*, e o *regime de duração dos períodos secos*, verificamos que estes domínios climáticos aparecem em 4 tipos: *clima superúmido*, *clima úmido*, *clima semi-árido*. Estes por sua vez compreendem 6 variedades: *sem seca*, *com subseca*, *com 1 a 2 meses*, *com 3 meses*, *com 4 a 5 meses* e *com 6 meses secos*.

Cerca de 50% do território regional se constitui em domínio de clima *superúmido* e *úmido*, ou seja, todo o Estado da Guanabara e quase todo o território dos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Espírito Santo, além das terras meridionais de Minas Gerais. Neste conjunto territorial apenas o sul de São Paulo, a escarpa da Serra do Mar, os níveis mais elevados da Mantiqueira, a zona serrana do centro-sul capixaba e o litoral norte do Espírito Santo possuem *clima superúmido* (sem seca ou com subseca), ficando, pois, a maior parte com *clima úmido*, caracterizado por uma curta e pouco sensível estação seca no inverno (1 a 2 meses ou 3 meses secos).

Enquanto isso, a maior parte do Estado de Minas Gerais é dominada por *clima semi-úmido* com estação seca bem caracterizada, atingindo em média 4 a 5 meses. Estas condições climáticas aparecem ainda no baixo e médio curso do rio Paraíba do Sul e na Zona da Mata de Minas Gerais, além de restrita área do alto curso daquele rio, em torno de Taubaté e Guaratinguetá.

* Somente em termos de mínimas diárias no inverno o planalto de S. Catarina (Região Sul), ou mais precisamente as superfícies de Palmas, Lajes e São Joaquim têm registrado mínimas inferiores às de Campos do Jordão e Alto Itatiaia, porém, a ocorrência de mínimas em torno de 0°C é menos freqüente que naqueles locais: enquanto em Alto Itatiaia a média das mínimas diárias de julho é de 5.1°C, a estação de Palmas acusa no mesmo mês 4.8°C, esta a mais baixa da Região Sul. A nevada, outro elemento relacionado a temperaturas baixas, é também mais importante no sul do Brasil do que nesses locais elevados do Sudeste: enquanto este fenômeno nas superfícies de Lajes e São Joaquim ocorrem 3 dias em média durante o ano, em Campos do Jordão e Alto Itatiaia atinge apenas a 0.5°, ou seja, 1 dia por 2 anos.

Nesta comparação excluímos o ponto mais elevado do planalto de S. Joaquim (SC) onde o Morro da Igreja com 1.808 m certamente apresenta condições bem mais rudes que as de Campos do Jordão e Alto Itatiaia, com muito maior incidência de geada e nevada. Porém, ao contrário dessas localidades, no Morro da Igreja não existe povoamento.

No norte de Minas Gerais as depressões dos vales do São Francisco, do médio Jequitinhonha e de Montes Claros acusam *clima semi-árido brando*, com 6 meses secos. *

Neste ponto chamamos atenção para o seguinte fato: no Sudeste do Brasil não há, na maioria das vezes, concordância entre a maior ou menor umidade do clima com a maior ou menor acumulada de precipitação ao longo do ano: enquanto o centro-oeste de Minas Gerais, não obstante possuir uma acumulada média superior a 1.250 mm, possui *clima sem-úmido* de 4 a 5 meses secos em média, quase todo o interior de S. Paulo, apesar de possuir uma acumulada inferior a 1.250 mm tem, no entanto, *clima úmido* e *superúmido*. Nesta análise comparativa, somente o norte de Minas Gerais e litoral e serras dos Estados do Rio — Guanabara e São Paulo apresentam aquela concordância: no norte de Minas Gerais o clima mais seco (*semi-árido*) é justamente o de menor total pluviométrico (inferior a 1.000 mm); no litoral, da Guanabara ao extremo sul de São Paulo (baixada e Serra do Mar), o clima *superúmido* está relacionado com os maiores totais pluviométricos do Brasil, (1.500 a 4.000 mm aproximadamente).

Se, por um lado, levando-se em conta a temperatura e a precipitação, com ou sem regime de seca, verificamos uma diversificação climática sem igual em outra região brasileira, por outro lado considerando-se a *marcha estacional daquelas precipitações*, fica evidente a homogeneidade climática na Região Sudeste. De fato, o máximo pluviométrico para toda a Região se dá no solstício de verão, enquanto que o mínimo, determinando ou não a existência de seca, verifica-se no solstício de inverno, caracterizando, portanto, um ritmo climático tipicamente *tropical*, uma vez que dos sistemas de *circulação atmosférica* na Região Sudeste predominam os de origem tropical. ** Em outras palavras, esta homogeneidade se deve ao fato de que em toda a Região predominam ventos de E a NE (por vezes de N a NW) do *anticiclone subtropical* do Atlântico sul, os quais, somente desaparecem com a chegada de *correntes de circulação perturbada* trazidas pelos móveis *anticiclones polares* ou por *descontinuidades formadas no seio da própria massa de ar tropical* (IT e EW).

A diversificação climática é decorrente da maior ou menor frequência daquelas correntes e da influência dos fatores geográficos ou locais, dentre os quais, destaca-se o relevo.

Por sua vez, considerando em conjunto os regimes térmicos e pluviométricos, ou seja, sobrepondo as Fig. 8 (média compensada do mês mais frio), 12 (duração dos períodos secos) e 13 (época dos períodos secos) às considerações da *marcha estacional* da precipitação e ao *sistema geral de circulação atmosférica*, verificamos o seguinte quadro climático na Região Sudeste:

* Para melhor precisão das áreas de ocorrência destas categorias climáticas consideradas pela pluviosidade recomendamos a observação da Fig. 12, na qual estão delimitadas as áreas de *duração dos períodos secos*.

** Muito embora a Região Sudeste, ou mais especificamente seu setor centro-meridional apresente um caráter de transição entre os climas *tropicais* e *temperado*, o caráter tropical é, sem dúvida alguma, o mais marcante.

DOMÍNIO CLIMÁTICO	SUBDOMÍNIOS CLIMÁTICOS	VARIEDADES CLIMÁTICAS*	TIPO
QUENTE	Superúmido	sem seca com subseca	TROPICAL
	Úmido	de 1 a 2 meses secos de 3 meses secos	
	Semi-úmido	de 4 a 5 meses secos	
	Semi-árido brando	de 6 meses secos	
SUBQUENTE	Superúmido	sem seca com subseca	TROPICAL
	Úmido	de 1 a 2 meses secos de 3 meses secos	
	Semi-úmido	de 4 a 5 meses secos	
MESOTÉRMICO BRANDO	Superúmido	sem seca com subseca	TROPICAL
	Úmido	de 1 a 2 meses secos de 3 meses secos	
	Semi-úmido	de 4 a 5 meses secos	
MESOTÉRMICO MÉDIO	Superúmido	sem seca com subseca	TROPICAL
	Úmido	de 1 a 2 meses secos	

* Nas últimas páginas desta unidade IV aparecem alguns gráficos *ombrotérmicos* representativos das diversas variedades climáticas que compõem o quadro climático da Região Sudeste (Figs. 17.1 a 17.15).

Neste ponto queremos chamar a atenção para os seguintes fatos:

1) Os climas mais úmidos (sem seca ou com subseca) estão localizados ao longo do litoral e do setor meridional de São Paulo, não apenas porque nessas áreas os totais pluviométricos anuais são os mais importantes. ** mas principalmente pelo regime das precipitações: estas áreas são mais beneficiadas pelas chuvas da FPA durante todo o ano e pelas EW durante o outono-inverno. Fora destas áreas, apenas a Serra do Mar e a escarpa da Mantiqueira — Caparaó possuem clima tão úmido. Trata-se de áreas próximas ao litoral, onde a orografia concorre no sentido de aumentar a pluviosidade em qualquer estação do ano;

2) não obstante a existência de climas *superúmidos* e *úmidos*, o que mais caracteriza a Região Sudeste do Brasil é a presença de clima *semi-úmido* que, além de marcar com sua presença a maior parte de Minas Gerais, ainda extravasa para algumas áreas do Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo;

3) o clima semi-árido no Brasil compreende a semi-aridez *branda* ou de *transição* (com 6 meses secos), a semi-aridez mediana (com 7 a 8

** O oeste de Minas Gerais e a Serra do Espinhaço acusam igualmente totais muito elevados; não obstante, seu clima é semi-úmido.

meses secos), *forte* (com 9 a 10 meses secos), *muito forte* (com 11 meses secos). * No Sudeste este clima aparece representado apenas na sua variedade de 6 meses secos. Não obstante, muito justamente, órgãos governamentais, tais como a *Superintendência do Vale do São Francisco e o Departamento de Obras Contra a Seca* estendem sua área de atuação ao norte da Região Sudeste.

Conclusões Gerais

1) Apesar de sua notável diversificação climática, o Sudeste do Brasil constitui, inegavelmente, uma certa unidade climatológica, advinda do fato desta Região estar sob a zona onde mais freqüentemente o choque entre o sistema de *altas tropicais* e o sistema de *altas polares* se dá em equilíbrio dinâmico. Desta circunstância decorre o caráter de transição na climatologia regional do Sudeste, o qual é expresso, principalmente, no seu regime térmico. De fato, o que mais caracteriza a Região Sudeste é o predomínio de clima *subquente*.

2) Interferindo sob o fator regional (mecanismo atmosférico), a orografia determina uma série de variedades climáticas, tanto no que se refere à temperatura quanto à precipitação. Nenhuma outra Região brasileira possui em seu território tanta diversificação climática.

3) O Sudeste é bem regado por chuvas, no entanto a distribuição deste fenômeno se faz de modo muito desigual ao longo do espaço regional e ao longo do ano. Enquanto a Serra do Mar em território paulista recebe, em média, mais de 4.500 mm durante o ano, sobre o vale do Rio Doce, do médio curso dos vales do Jequitinhonha e do São Francisco, e ainda do Baixo curso do Rio Paraíba do Sul, cai apenas cerca de 900 mm de chuvas. Por outro lado, quer nas áreas de chuvas abundantes quer naquelas de totais pluviométricos inferiores, estes volumes d'água são precipitados de modo muito desigual ao longo do ano: há uma notável concentração no verão, enquanto que no inverno as precipitações, além de serem pouco freqüentes, são, geralmente, pouco copiosas.

Daí resulta que, quase toda Região possui, em média, pelo menos um mês seco, e a maior parte de seu território possui mais de 3 meses secos, chegando em alguns locais a atingir 6 meses.

4) Entretanto, a maior desvantagem de seu regime de chuvas não reside em sua distribuição média no espaço geográfico e no ano, mas no tempo, isto é, através dos anos. Com efeito, a irregularidade das precipitações, expressa em notáveis desvios anuais, constitui seu maior problema.

5) Sua notável diversificação climática desempenha, sem dúvida alguma, um papel dos mais importantes na diversificação que bem caracteriza a economia agrícola do Sudeste. Entretanto esta vantagem oferecida pela climatologia regional do Sudeste poderá ser melhor aproveitada, desde que a utilização do solo e do clima venha a ser realizada de forma cientificamente planejada.

Finalmente, seguem as seguintes observações:

a) ao contrário do clima denominado *mesotérmico*, o clima *quente* não possui no critério classificatório deste trabalho, diversas variedades. Isto não significa que no Brasil, e mesmo na Região Sudeste, este clima apareça sem variações espaciais que mereçam distinções. Muito ao con-

* As comparações entre as condições climáticas da Região Sudeste com outras Regiões Geográficas do Brasil fundamentam-se nas pesquisas realizadas pelo autor, a serem publicadas na 2.^a Edição da Série Geografia do Brasil — IBGE e na *Revista Brasileira de Geografia* (E. Nimer 1971).

trário, estamos certos de que há necessidade de se reconhecer, pelo menos, três variedades de clima quente no território brasileiro (pelo menos duas na Região Sudeste), levando-se em conta o maior ou menor grau de temperatura. Entretanto, em virtude da modesta bibliografia a respeito das associações e comunidades vegetais das regiões de clima quente do Brasil, julgamo-nos sem condições de assim proceder, atualmente. Não obstante, com base em critérios estritamente climatológicos, pretendemos, futuramente, realizar essa tentativa, embora sem a suficiente base ecológica que para isso muito facilitaria;

b) os limites climáticos traçados na Fig. 16 não devem ser considerados definitivos pelos seguintes motivos:

- 1.º) *pela utilização de novos dados de informação meteorológica* — quanto maior for o número de postos de informação meteorológica com idêntico e longo período de observação, tanto melhores serão os dados sobre os quais estarão as pesquisas assentadas e, por conseguinte, os limites climáticos estão tendentes a estar mais próximos da realidade;
- 2.º) *pela experiência e pelo tempo disponível à realização da pesquisa* — mesmo que o próprio autor deste trabalho venha a aplicar o mesmo método e os mesmos pontos meteorológicos com os mesmos períodos de observação, ele não tem dúvida que os limites climáticos poderão sofrer ligeiras modificações, principalmente no que diz respeito à altitude em que passam tais limites ao longo do espaço geográfico. Tudo irá depender de uma série de circunstâncias dependentes de sua experiência e tempo disponível à realização da pesquisa.

Fig.17.1 - XERÉM (RJ) - Clima QUENTE e ÚMIDO - Sem Sêca

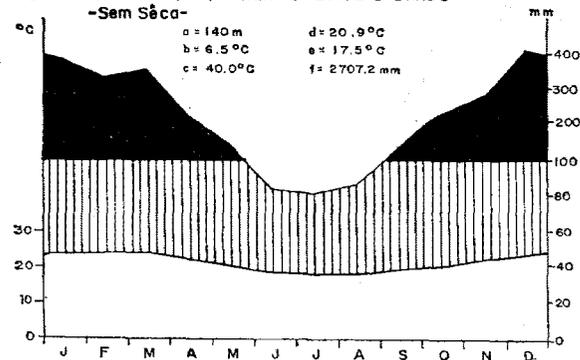


Fig.17.2 - VITÓRIA (ES) - Clima QUENTE e ÚMIDO Com Sub-Sêca

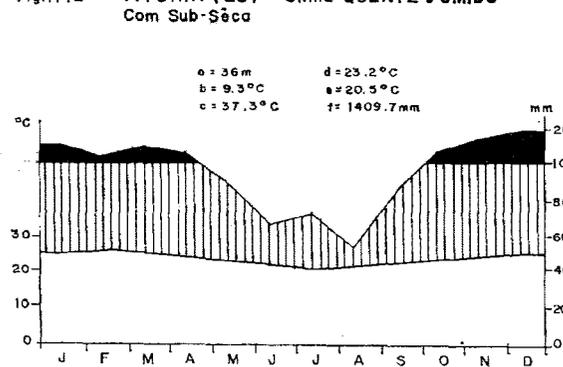


Fig.17.3 - PENHA (GB) - Clima QUENTE - SUB-ÚMIDO Com 2 meses secos

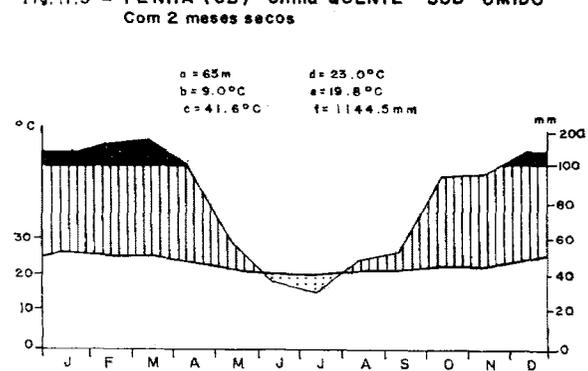


Fig.17.4 - JOÃO PINHEIRO (MG) - Clima QUENTE SEMI-ÚMIDO com 5 meses secos

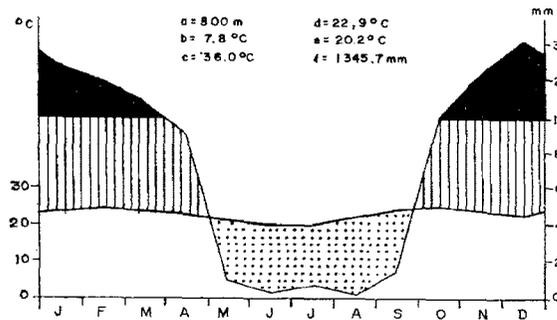


Fig.17.5 - JANUÁRIA (MG) - Clima QUENTE SEMI-ÁRIDO com 6 meses secos

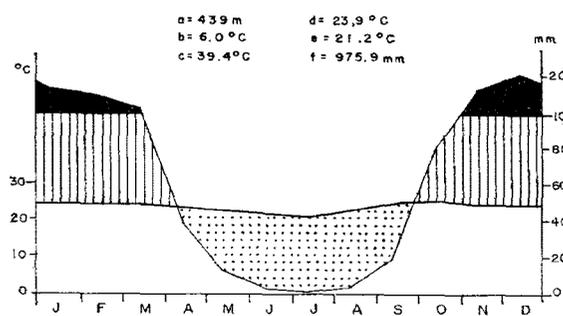


Fig.17.6 - SANTOS (SP) - Clima SUB-QUENTE ÚMIDO - Sem sêca

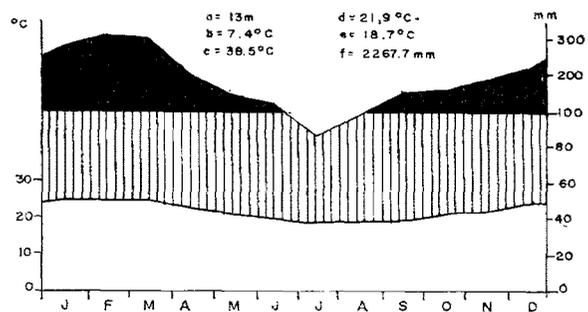


Fig.17.7 - ITAPETINGA (SP) - Clima SUB-QUENTE ÚMIDO - Com Sub-Sêca

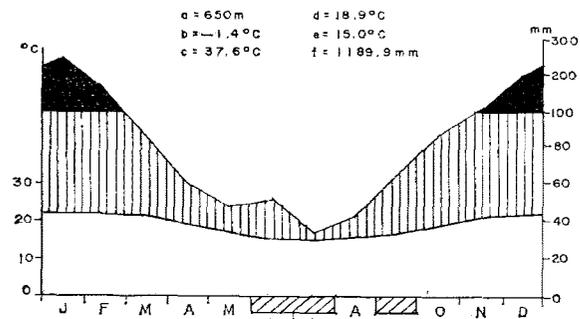
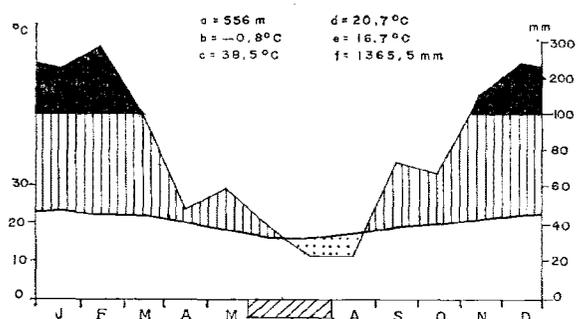


Fig.17.8 - PIRACICABA (SP) - Clima SUB-QUENTE SUB-ÚMIDO-Com 2 meses secos



LEGENDA

a = altitude do pânto
 b = mínima absoluta
 c = máxima absoluta
 d = média do ano
 e = média do mês mais frio
 f = altura média da precipitação anual

- Curva das médias mensais da temperatura
- Curva dos totais mensais da temperatura
- Período úmido altura da precipitação > 100mm
- altura da precipitação < 100mm
- Período sêco
- Período sub-sêco
- Mês com mínima absoluta abaixo de 0°C

Fig. 17.9 - BAMBUÍ (MG) - Clima SUB-QUENTE SEMI-ÚMIDO - Com 4 meses Secos

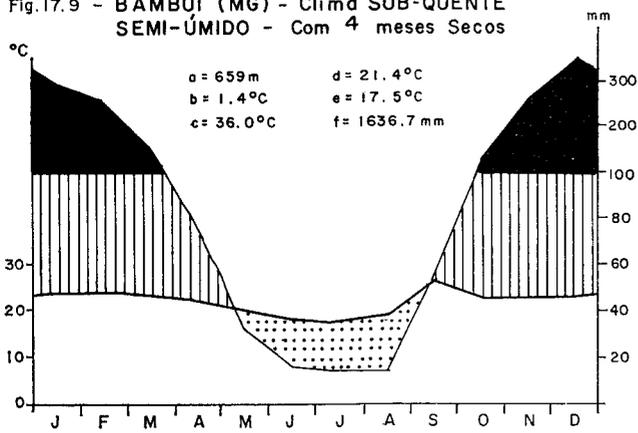


Fig. 17.10 - PETRÓPOLIS (RJ) - Clima MESOTÉRMICO BRANDO ÚMIDO - Sem Sêca

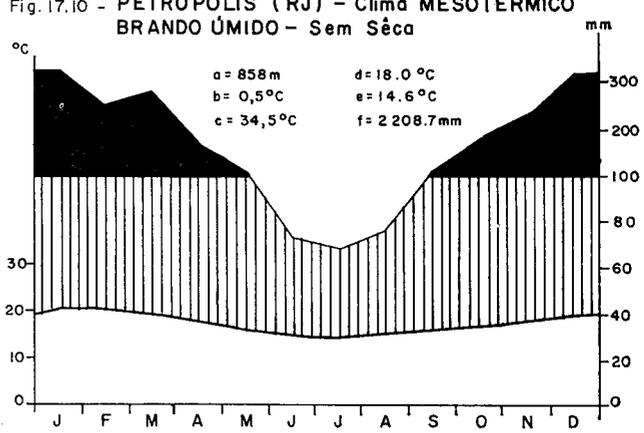


Fig. 17.11 - SÃO PAULO (SP) - Clima MESOTÉRMICO BRANDO ÚMIDO Com Sub-Sêca

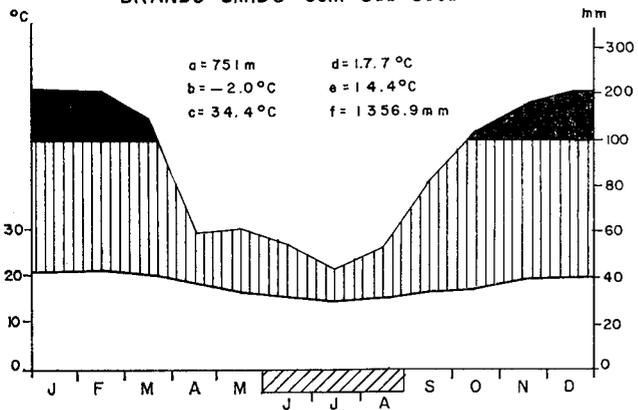


Fig. 17.12 - POÇOS DE CALDAS (MG) Clima MESOTÉRMICO BRANDO SUB-ÚMIDO Com 2 meses Secos

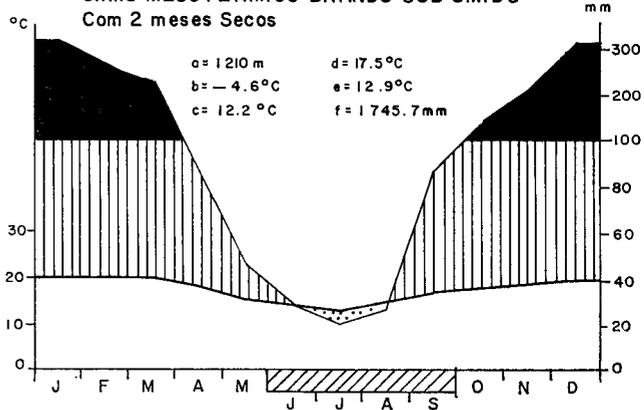


Fig. 17.13 - CACHOEIRA DO CAMPO (MG) Clima MESOTÉRMICO BRANDO SEMI-ÚMIDO Com 4 meses Secos

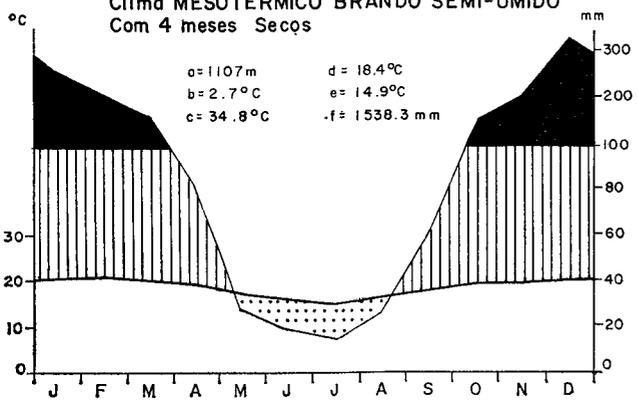


Fig. 17.14 - ALTO ITATIAIA (RJ) - Clima MESOTÉRMICO MÉDIO ÚMIDO - Sem Sêca

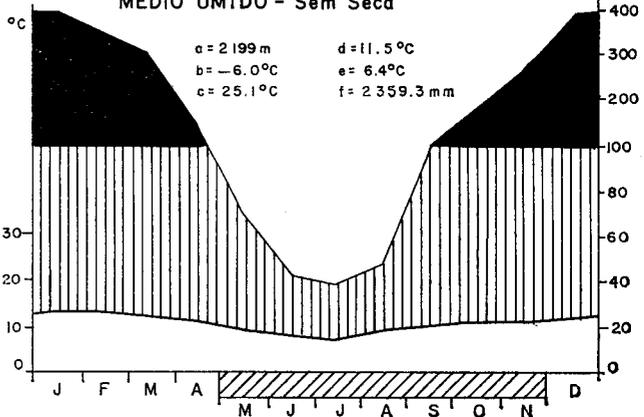
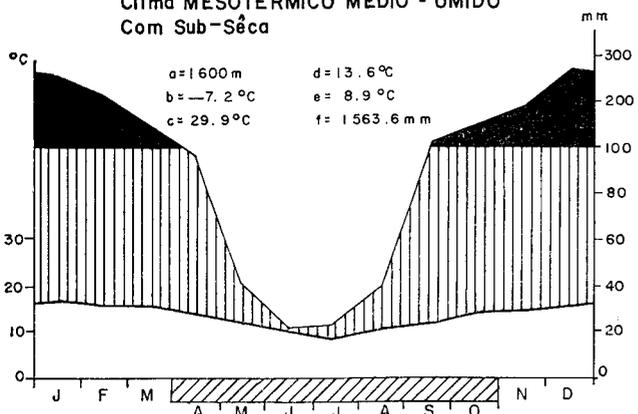


Fig. 17.15 - CAMPOS DO JORDÃO (SP) Clima MESOTÉRMICO MÉDIO - ÚMIDO Com Sub-Sêca



LEGENDA

- a = altitude do pôsto
- b = mínima absoluta
- c = máxima absoluta
- d = média do ano
- e = média do mês mais frio
- f = altura média da precipitação anual

— Curva das médias mensais da temperatura
 — Curva dos totais mensais da temperatura

Período úmido ■ altura da precipitação > 100 mm
 ▨ altura da precipitação < 100 mm

▨ Período sêco ▨ Período sub-sêco

▨ Mês com mínima absoluta abaixo de 0°C

BIBLIOGRAFIA

DIVISÃO DE ÁGUAS, DNPM, MME

- *Atlas Pluviométrico do Brasil*, pp. 25 — IBGE — Rio de Janeiro — 1948.

GAUSSEN, H. e BAGNOULS, F.

- “Saison Seche et Indice Xerothermique” pp. 47, Faculté de Sciences — Toulouse, 1948.

NIMER, Edmon

- “Circulação Atmosférica do Brasil — Contribuição ao Estudo da Climatologia Dinâmica do Brasil” — *Revista Brasileira de Geografia*, Ano XXVIII, n.º 3, pp. 232-250 — IBG — Fundação IBGE — Rio de Janeiro — 1966.
- “Análise Dinâmica da Precipitação Pluviométrica na Região Serrana do Sudeste do Brasil — Especialmente na Serra das Araras”. — A ser publicado na *Revista Brasileira de Geografia* — IBG — Fundação IBGE — Rio de Janeiro. — 1971.
- “Clima das Regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sul do Brasil” — A ser publicado na 2.^a edição da Série Geográfica do Brasil — IBG — Fundação IBGE — Rio de Janeiro — ou “Climatologia das Regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sul do Brasil — Introdução à Climatologia Dinâmica” — A serem publicados na *Revista Brasileira de Geografia* — IBG — Fundação IBGE — Rio de Janeiro — 1971 e 1972.

PEDELABORDE, Pierre

- *Introduction a L'etude Scientifique du Climat* pp. 150, Les Cours de Sorbonne — Paris — 1967.

RIEHL, Herbert

- “Tropical Meteorology”, pp. 392, First Edition, McGraw-Hill Book Company, Inc — New York — 1954.

SERRA, Adalberto

- “Previsão do Tempo” — *Boletim Geográfico*, Ano VI, n.º 68, pp. 827-904, CNG-IBGE — Rio de Janeiro — 1948.
- “Circulação Superior” — *Revista Brasileira de Geografia*, Ano XV e XVI n.º 4 e 1, pp. 517-596 e 3-75, 1953 e 1954, CNG-IBGE — Rio de Janeiro — 1953.
- “Chuvas de Primavera no Brasil” — “Chuvas de Verão no Brasil” — “Chuvas de Outono no Brasil” — “Chuvas de Inverno no Brasil” — pp. 244 — Serviço de Meteorologia (atual Departamento Nacional de Meteorologia), Ministério da Agricultura — Rio de Janeiro — 1960.
- “O Princípio de Simetria” — *Revista Brasileira de Geografia*, Ano XXIV, n.º 3, pp. 377-439 — IBG — Fundação IBGE — Rio de Janeiro — 1962.

WALTER, H. e LIETH, H.

- “Klimadiagram” — *Weltatlas*, Veb Gustav Fischer Verlag, Jena — 1960.

WRIGHT, H. L.

- *Quart. J. Roy Meteorological Society*, 66 — London — 1940.

SUMMARY

When studying the regional climatology of Brazil's Southeast, the first fact calling our attention is its strikingly *heterogeneous* character. This fact, already quite noticeable as regards the distribution of humidity in space, becomes even more striking when one considers the heat distribution. The result of this is that no other geographic region of Brazil offers such a wide range of climatic diversification.

In said region, we find climates ranging from the *superhumid* type, without any single dry month, to the *semi-arid* type, with six dry months; from the *hot* climate of the typical *tropical* type, to the *mesothermic* type, offers some of the features of the *temperature* climates of middle latitudes.

Yet, in spite of its noteworthy climatic diversification, Brazil's Southeast no doubt features a certain degree of *humidity* arising from the fact that it belongs to the zone where the clash between the system of *tropical highs* and that of *polar highs* occurs under a balance of forces. Thence the transitional character of the Southeast's regional climatology, that expresses itself in the predominance of the *sub-warm climate* of the *tropical type*.

RESUMÉ

En étudiant la climatologie régionale du Sud-Est brésilien, le premier fait qui attire l'attention se rapporte à sa remarquable hétérogénéité. Ce fait quoiqu'il soit très marquant, se rapportant à la distribution spatiale de l'humidité devient plus remarquable encore si on considère le régime thermique. Il s'ensuit qu'aucune autre région géographique du Brésil possède autant de variations climatiques.

Nous trouvons dans cette région, depuis le climat *super-humide* sans un mois sec jusqu'au climat *semi-aride* de six mois secs; depuis le climat *chaud*, typiquement *tropical*, jusqu'au climat *mesothermique* avec quelques caractéristiques des climat tempérés des latitudes moyennes.

Cependant, malgré sa remarquable variation climatique, le Sud-Est du Brésil possède, incontestablement, une certaine humidité advenant du fait que cette région se trouve sous la zone ou plus fréquemment le choc entre le système de *hausses tropicales* et le système de *hausses polaires* produit un équilibre dynamique.

De cette circonstance provient le caractère de transition dans la climatologie régionale du Sud-Est, lequel est exprimé dans la prédominance de climat *sous-chaud* du *type tropical*.