

Climatologia da Região Sul do Brasil

Introdução à Climatologia Dinâmica*

Subsídios à Geografia Regional do Brasil

EDMON NIMER

Geógrafo do IBG

INTRODUÇÃO

Ao estudar o clima regional do Sul do Brasil, o *primeiro fato* que observamos refere-se a sua notável *homogeneidade*. Embora a Região Norte do Brasil seja muito homogênea quanto à temperatura, o mesmo não acontece em relação à pluviosidade, mormente no que diz respeito ao seu ritmo ou marcha estacional; embora a Região Nordeste, excluindo restritas áreas, seja muito semelhante no que diz respeito aos valores térmicos, é, entretanto, muito heterogênea quanto à distribuição quantitativa, à marcha estacional da precipitação e ao regime de duração do período sêco; embora o regime de chuvas na Região Centro-Oeste possua um único ritmo ou marcha estacional, a distribuição quantitativa dessas precipitações e as diferenciações térmicas no

* Estudo realizado no Setor de Climatologia da Divisão de Pesquisas Sistemáticas, contou com a colaboração de Ana Maria de P. M. Brandão e Arthur A. Pinheiro Filho.

seu espaço geográfico a tornam heterogênea; enquanto o Sudeste é a Região de maior diversificação climática, levando-se em conta os valores térmicos, e somente inferior em complexidade à Região Nordeste, no que se refere à distribuição quantitativa da precipitação e ao regime de duração do período seco, a *Região Sul do Brasil embora não seja das mais uniformes no que diz respeito aos valores e regime térmicos é, no entanto, no que se refere à pluviometria e ao ritmo estacional de seu regime.*

O segundo fato a destacar-se na climatologia regional do Sul do Brasil refere-se à sua *umidade*. Com efeito, comparando o clima, como um todo, da Região Sul com as demais regiões geográficas do Brasil, não é difícil verificar que o clima da Região Sul é consideravelmente diferente dos climas das demais regiões brasileiras: enquanto as demais regiões se caracterizam por possuir *clima quente* (exceção à Região Sudeste, onde predomina *clima subquente*) do tipo *tropical*, a *Região Sul é o domínio exclusivo e quase absoluto do clima mesotérmico do tipo temperado.* *

A *homogeneidade e unidade* climática desta Região se deve a uma certa homogeneidade e unidade dos fatores e processos genéticos que atuam sobre as condições de tempo nela reinantes. Por isso, para a compreensão dos processos climáticos dessa Região torna-se necessário um prévio conhecimento de seus diversos fatores, alguns de *ordem estática*, outros de *ordem dinâmica*. Todos atuam simultaneamente em constante interação, porém, para facilitar sua compreensão, nós os examinaremos, de início, separadamente.

1 — Fatores estáticos (Fatores geográficos)

a) **A posição** — O balizamento da Região Sul nas latitudes médias na borda do Oceano Atlântico confere à posição um papel muito importante no condicionamento climático desta Região.

O trópico de Capricórnio passa sobre sua extremidade setentrional, enquanto os paralelos de 30 a 34° Sul tangenciam suas terras mais meridionais. Portanto, seu pequeno território (577.723 km²) está quase todo situado no interior da *zona temperada*, sem se estender muito para o sul e sem se afastar muito da orla marítima como sucede com as Regiões Sudeste e Nordeste. **

Neste ponto lembramos que 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 (*zona temperada*), torna-se cada vez menos nítido em se aproximando do equador. Essa maior ou menor nitidez de ritmo estacional decorre do seguinte fenômeno: enquanto nas latitudes baixas (*zona intertropical*) o Sol atinge o zênite duas vezes por ano, nas latitudes médias (*zona temperada*) o Sol nunca alcança o zênite (Fig. 1).

Compreende-se daí por que a *zona temperada* não é como a *zona intertropical* submetida a 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

* O *Clima mesotérmico* aparece em numerosas áreas de outras regiões geográficas do Brasil, notadamente no Sudeste, porém, nessas regiões, este clima possui características *tropicais* e sua ocorrência está relacionada às áreas de maiores altitudes. Já no Sul do Brasil o clima mesotérmico aparece quase (e ao) nível do mar, estando pois relacionado às latitudes médias, sendo, conseqüentemente, do tipo *temperado*.

** O território da Região Sul é bem inferior ao das demais regiões geográficas do Brasil, perfazendo apenas 6,79% do território brasileiro.

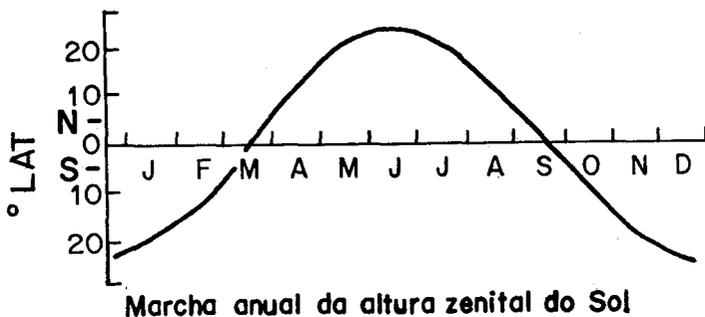


Fig.1

DivEd/D-J.A.C.

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 Sul é aproximadamente de 0,34 cal/cm²/min (ondas curtas) e 0,3 cal/cm²/min (ondas longas) contra 0,39 a 0,37 (OC) e 0,3 (OL) na *zona intertropical*. Portanto, a absorção de calor na Região Sul do Brasil, embora inferior àquela que se verifica nas latitudes baixas é, no entanto, bem superior àquela que se verifica nas altas latitudes.

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.

Outra pré-condição à evaporação é a existência de superfícies líquidas. Ora, possuindo a Região Sul um litoral em toda sua extensão oriental, fica evidente que ela possui uma superfície oceânica à disposição de um muito ativo processo de evaporação, e este, por sua vez, à condensação ou formação de nuvens.

As nuvens são formadas, na maioria das vezes, pela ascendência e resfriamento adiabático do ar. À medida que o ar é resfriado, diminui a quantidade de vapor d'água que ele pode conter, 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 com 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. Dêstes, 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 — 1950).

As *partículas em suspensão* são constituídas pelo *cloreto de sódio* (abundantes sobre os mares 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 sôbre as regiões litorâneas, onde o cloreto de sódio, certamente, faz crescer a quantidade de chuvas, e a ionização resultante da pulverização das finas gotículas de vagas, exerce uma ação no mesmo sentido. De uma análise da visibilidade e da umidade das Ilhas Britânicas, WRIGHT (1949), em 1939, concluiu que os núcleos de condensação dominantes sôbre 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, pois que somente a ascendência dinâmica é capaz de determinar a formação 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 contato dos cristais com tôda 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 contato com os cristais de gelo, isto é, quando o cume dos *cumulus* e dos *cumulunimbus* atingem a zona dos *cirrus*.

Ora, a posição marítima da Região Sul determina uma forte e constante concentração de núcleos de condensação (partícula de sais) nas camadas inferiores de sua atmosfera que, certamente, contribuem para o acréscimo de chuvas em seu território, sempre que essa Região é atingida por *frentes frias*, importante fenômeno de ascendência dinâmica.

b) O relêvo — *Relêvo de superfícies elevadas e formas simples*

O relêvo da Região Sul é muito simples e tendo em vista apenas os aspectos através dos quais êle age sôbre os processos climatológicos, e pode ser assim descrito:

No litoral, além dos sedimentos recentes, aflora o cristalino constituído por pontões elevados e ilhas, numa das quais se acha a capital de Santa Catarina. Do norte do Paraná até Laguna, em Santa Catarina, o litoral é compartimentado em pequenas baías e enseadas, dentre as quais se destaca a Baía de Paranaguá. De Laguna até o extremo sul do Rio Grande do Sul, a planície costeira se alarga e o litoral torna-se mais retilíneo, apresentando, no Rio Grande do Sul, extensas restingas que cercam algumas das maiores lagoas do Brasil.

Para o interior da Região sucedem-se vastas superfícies elevadas de terrenos cristalinos, sedimentares e de lavas basálticas que, no seu conjunto, constitui o chamado Planalto Meridional.

No Paraná os terrenos cristalinos formam uma larga faixa que se alça entre 850 a 950 m de altitude, conhecida como Primeiro Planalto ou Planalto de Curitiba. Nêle está localizada a capital do Estado. Em Santa Catarina o Primeiro Planalto desaparece, esfacelado em profundos vales pelo alto curso dos rios Itajaí-Açu, Itapocu, Negro, etc. Êste embasamento cristalino reaparece no Rio Grande do Sul, afastado do litoral, formando pequenas elevações conhecidas por "coxilhas".

Em direção Oeste esta superfície cristalina é sucedida por uma superfície sedimentar de 700 a 800 m de altitude conhecida por Segundo Planalto, o qual somente existe no Paraná. Neste planalto está localizada a cidade de Ponta Grossa.

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

Finalmente o “Planalto Basáltico”, cuja superfície chega a estar em tórno de 900 m a leste, inclina-se suavemente para Oeste em direção à calha dos rios Paraná e Uruguai, porém bastante dissecado por diversos rios conseqüentes, como o Paranapanema, o Ivaí, o Piquiri, o Iguaçu e pelo alto curso do rio Uruguai. Esse planalto, que no Paraná se constituiu no “Terceiro Planalto”, compreende a maior parte do Planalto Meridional na Região Sul do Brasil, uma vez que as altas superfícies, cristalina (Primeiro Planalto) e sedimentar (Segundo Planalto), tão importantes na topografia do Paraná, desaparecem em Santa Catarina e Rio Grande do Sul, dando lugar ao Planalto Basáltico que, nesses Estados, aproxima-se do litoral.

Além do Planalto Meridional possuir extensas superfícies elevadas, nêle aparecem numerosas escarpas denominadas “serras”, que constituem os níveis mais elevados da Região Sul.

Entre o litoral e a superfície cristalina elevada ergue-se uma escarpa muito abrupta. Trata-se da Serra do Mar que no Paraná alça-se a mais de 1.500 m de altitude, atingindo seu ponto culminante ao largo da baía de Paranaguá, onde o Pico do Paraná atinge 1962 m na Serra da Graçiosa (nome local da Serra do Mar). Em Santa Catarina o paredão contínuo desta escarpa desaparece, substituído por pequenas serras interfluviais (Tijucas — 600 m, Serra de Itajaí — 900 m).

Outro importante acidente topográfico é representado pela Serriinha, *cuesta* que conduz ao Segundo Planalto do Paraná, elevando-se a 250 metros sôbre o nível do Planalto Cristalino, ou seja, a 1.100 — 1.200 m de altitude.

Finalmente, a Serra Geral, escarpa do Planalto Basáltico, cuja altitude oscila principalmente entre 1.100 a 1.200 m, atingindo seu ponto culminante em Santa Catarina, sôbre a superfície de São Joaquim, onde o Morro da Igreja se alça cêrca de 1.808 metros de altitude.

Mas nem todo território da Região Sul é constituído de planaltos elevados. Além das planícies costeiras a que já nos referimos, outras áreas baixas, de extensões também importantes, aí aparecem, dentre as quais se destacam os vales dos rios Paraná e de seus afluentes, o vale do rio Uruguai, a Depressão Central do Rio Grande do Sul (depressão dos rios Ibicuí-Jacuí) e as vastas planuras da Campanha Gaúcha, onde se destacam as citadas “coxilhas”.

Completar-se-iam melhor a importância do relêvo como fator climático, com a consideração das suas zonas hipsométricas, segundo os cálculos do IBGE.

NÚMEROS RELATIVOS (%)

ESTADOS	ÁREAS SEGUNDO AS ALTITUDES (m)						
	0-100	100-200	200-300	300-600	600-900	Mais 900	Total
Paraná.....	1,12	1,46	7,66	33,34	40,33	12,19	100,00
Santa Catarina.....	10,82	5,37	7,14	25,39	30,83	20,45	100,00
Rio Grande do Sul.....	29,02	24,51	16,90	18,97	8,93	1,67	100,00

Considerando que o Planalto Meridional é balizado pelas altitudes entre 300 e 900 metros, chegamos às seguintes conclusões:

O Estado do Paraná é o que possui maior extensão de planalto, apresentando 77,57% de seu território compreendido entre aquelas altitudes. Excluindo os 12,19% pertencentes, geralmente, aos níveis mais

elevados das escarpas dos planaltos, resta apenas 10,24% de superfície baixa situada fora do planalto, ou seja, com altitudes inferiores a 300 m.

Em Santa Catarina a área de planalto, compreendida entre 300 e 900 m, decresce (56,22%) em favor do acréscimo das áreas serranas situadas acima de 900 m (20,45%) e das áreas baixas de altitudes inferiores a 300 m (23,33%).

Já no Rio Grande do Sul as largas planícies costeiras do vale do Uruguai, da Depressão Central e a planura da Campanha Gaúcha fazem com que as baixas altitudes adquiram importância bem maior. Com efeito, 70,41% do seu território está situado abaixo de 300 m e, deste território, 29,02% estão compreendidos entre 0 e 100 metros. Assim sendo, apenas 27,90% de sua superfície está situada entre 300 e 900 m, e somente uma insignificante área de 1,67% ultrapassa 900 m de altitude.

Portanto, não obstante a importância adquirida pelas baixas altitudes no Rio Grande do Sul, o que mais caracteriza a topografia da Região Sul do Brasil é a existência de largas extensões de superfícies de planalto, situadas entre 300 e 900 m, sobre o qual as altitudes acima de 900 m ocupam importante superfície.

2 — Fatores dinâmicos

O conhecimento das influências dos fatores estáticos ou geográficos que atuam sobre o clima de determinada Região, por mais completo que seja 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* por excelência, 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 à *circulação atmosférica* que atua sobre a Região Sul do Brasil.

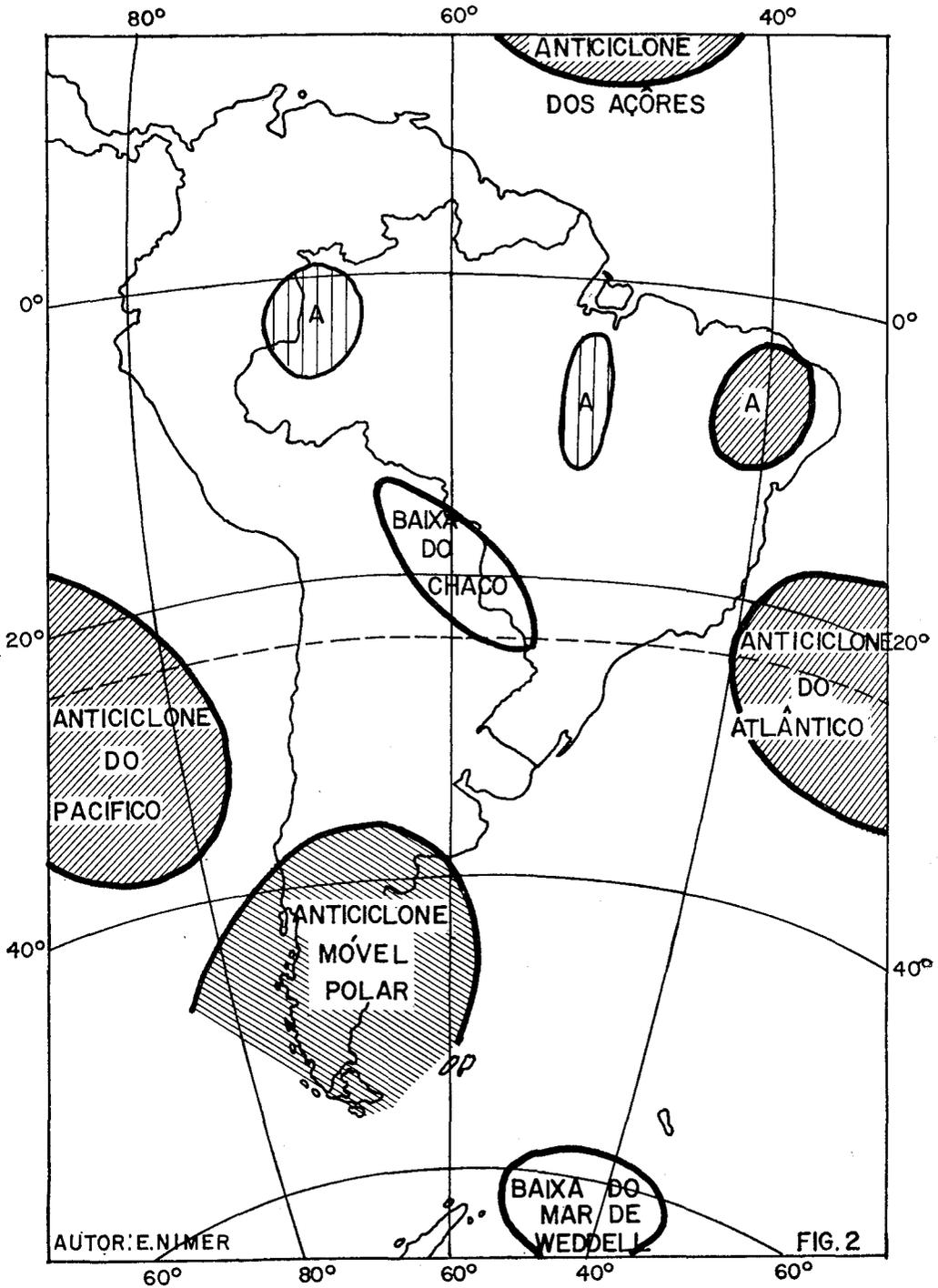
Nesta unidade focalizaremos o Brasil Meridional no sistema geral da circulação da América do Sul naquilo que mais diretamente está ligada à gênese do clima regional. Inicialmente, procuraremos identificar, dentro do sistema isolobárico geral, os *centros de ação* e as *altas* ou *anticiclones* (centros positivos) e as *baixas* ou *depressões* (centros negativos). Os primeiros, como fontes de dispersão de ventos, e os segundos, como centros de atração, orientam a circulação celular ao longo das diferentes zonas. Finalmente, focalizaremos os sistemas de *correntes perturbadas* ou descontinuidades que atuam sobre a região.

Unidade I — Sistema de circulação atmosférica do sul do Brasil e suas influências sobre as condições de tempo

1 — Os centros de ação

Pela sua posição, compreendida nas latitudes médias, a Região Sul do Brasil é atingida pelos principais centros de ação, quer das latitudes baixa quer daqueles originários das latitudes elevadas. A Fig. 2 representa os principais centros de ação da América do Sul.

CENTROS DE AÇÃO



Cêrca do trópico de Capricórnio existem dois centros de *alta* sôbre os oceanos, tangenciando o continente. Pêlia sua constância e fraco deslocamento, tais *altas* são denominadas *anticiclones permanentes e semi-fixos oceânicos*. São centros de origem dinâmica inseridos na zona de altas pressões subtropicais do hemisfério austral.

Associando-se às variações sazonais de temperatura, êstes anticiclones ora se afastam para o oceano ora invadem parcialmente o continente. Da mesma forma êles oscilam em latitude e pressão, mais ou menos da seguinte maneira: quanto à pressão, em janeiro (mês representativo do solstício de verão do hemisfério sul) o núcleo central dêstes anticiclones possui cêrca de 1.018 mb, em média, enquanto que em julho (mês representativo do solstício de inverno do hemisfério sul) seu núcleo possui em média cêrca de 1.024 mb; quanto à posição latitudinal média, êstes anticiclones apresentam ligeira diferença, uma vez que, em janeiro a *alta do Pacífico* possui posição média em tórno de 32° lat. e em julho cêrca de 26° lat., enquanto que a *alta do Atlântico* situa-se em tórno de 28° lat. em janeiro e 23° lat. em julho. Como se observa, a posição média da alta do Atlântico é ligeiramente inferior a sua correspondente do Pacífico. Êstes dois centros de divergência atmosférica constituem as fontes das principais *massas de ar tropicais marítimas*. Ambas possuem estrutura e propriedades semelhantes e intervêm de modo importante no quadro da circulação atmosférica do Sul do Brasil. Entretanto, enquanto o *anticiclone do Pacífico* é impedido de avançar para o interior do continente, barrado pela cordilheira dos Andes, o *anticiclone do Atlântico* penetra freqüentemente sôbre o interior do Brasil, no que é pouco dificultado pela borda do Planalto Brasileiro. Por êsse motivo, dedicaremos uma atenção especial apenas ao *anticiclone do Atlântico*.

a) *Alta do Atlântico Sul* — Durante todo ano nas regiões tropicais e temperadas do Brasil, à exceção do oeste da Amazônia e do Centro-Oeste do Brasil, sopram ventos de SE a NE, oriundos das *altas* pressões subtropicais, ou seja, do *anticiclone semifixo do Atlântico sul*.

Êste anticiclone, que constitui a *massa de ar tropical marítima*, possui geralmente temperaturas elevadas, ou amenas, 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, não obstante ser êste caráter menos acentuado sôbre o território brasileiro por vários motivos. *

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

* 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 impôsto 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 superior 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 à instabilidade do que o setor oriental.

** Esclarecemos, contudo, que a orografia nas regiões tropicais apresenta maior significância climática, principalmente no que afeta à nebulosidade e à precipitação. Ao longo do rebordo oriental do Brasil, a encosta das altas superfícies elevadas do interior, não apenas concorre no sentido de aumentar a pluviosidade durante as situações de descontinuidades dinâmicas, como ainda provoca, por vêzes, pela sua forte umidade específica, algumas precipitações no seio da *massa tropical* sob regime de inversão superior, quando seus ventos de E a NE sopram com velocidade acima

b) *As Pequenas altas Tropicais* e o *Anticiclone Polar* — Além do *anticiclone subtropical do Atlântico Sul* outras *altas* participam diretamente no quadro da circulação atmosférica da Região Sul.

— As *altas tropicais* são representadas por pequenas *dorsais* que, originárias nas latitudes baixas do Brasil, especialmente de meados da primavera a meados do outono, invadem a Região Sul, principalmente o Estado do Paraná vindas de NW.

A respeito dessas *altas* existe muita controvérsia: alguns outros 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. Mas, seja qual fôr sua vinculação, o que importa é que tais *altas* são muito móveis e trazem consigo *correntes perturbadas*. Por esse motivo, voltaremos a tratar dessas *altas* quando salientarmos as *correntes perturbadas*.

— Outro centro de ação positivo é representado pela alta polar, conhecido por *anticiclone polar marítimo da América do Sul*. Esta *alta*, de notável deslocamento, tem tanta importância na participação direta da circulação atmosférica da Região Sul quanto o *anticiclone subtropical do Atlântico*. Sobre sua origem, trajetórias, estrutura e propriedades, trataremos adiante quando salientarmos as *correntes perturbadas*, tendo em vista que, tais *altas*, ao invadir a Região, trazem consigo uma série de estado de tempo instável, dentre os quais a mais importante *corrente perturbada* ou *descontinuidade* que age sobre a Região Sul do Brasil, que é a *frente polar*.

c) *Baixa do Chaco* — Outro centro de ação importante é representado pelo centro negativo localizado no interior do continente sul-americano, mais comumente sobre a região do Chaco, daí suas diversas denominações: *baixa do chaco*, *baixa continental* e *baixa do interior*.

Sua origem está intimamente ligada às ondulações da *frente polar* que se verificam nas latitudes médias e a subsequente dissipação do setor setentrional dessa *frente*, sempre que esta, vinda de SW, transpõe a cordilheira dos Andes. Entretanto, parece que este mecanismo não é o único fator dinâmico ligado à gênese desta *baixa*: a fusão de várias *linhas de depressão* das baixas latitudes do interior do Brasil, se não entram na sua origem, certamente concorrem para seu fortalecimento.* Outro fator que certamente concorre para a existência deste centro negativo é o forte aquecimento do interior do continente, daí advém sua maior importância durante o verão austral.

Sendo, portanto, de origem termodinâmica, esta *baixa* é extremamente móvel. Porém, é possível reconhecer que sua posição média reside sobre a região do Chaco nos limites Brasil-Bolívia. Entretanto, durante o inverno ela se encontra mais freqüentemente sobre o Peru-Acre-Rondônia e, durante o verão, sobre a região do Chaco argentino.

Não obstante a vortacidade ciclônica de seus ventos, o domínio de tal *baixa* determina, geralmente, bom tempo, por dois motivos: 1.º) sua origem continental lhe confere pouca umidade específica; 2.º) 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 (Serra do Mar, Serrinha e Serra Geral — na Região Sul do Brasil) é, às vezes, suficiente para provocar algumas precipitações. Entretanto tais chuvas, além de pouco freqüentes, são de copiosidade pouco intensa. É bem verdade que a Região Sul do Brasil está compreendida na *zona temperada*, porém, por suas latitudes subtropicais, os ventos (de NE) do *anticiclone do Atlântico* que lhes atingem são originários da *zona tropical*, por conseguinte o papel que a orografia exerce sobre tais ventos é de importância quase igual ao exercido nas latitudes baixas.

* A respeito da *frente polar* e das *linhas de depressão* (ou de *instabilidades tropicais*) do interior do Brasil, trataremos quando salientarmos as *correntes perturbadas*.

desta *baixa* existe, quase sempre, uma célula anticiclônica, impedindo a continuidade da ascendência de suas correntes convectivas nos níveis superiores.

Esta *baixa*, cujas interações com a *frente polar* tem notável consequência nas condições de tempo de todo o Brasil tropical, na Região Sul ela adquire muita importância somente nos anos de verão pouco chuvoso ou verão “sêco”.

d) *Centros de Ação de menor importância* — Sobre a circulação atmosférica e as condições de tempo e clima na Região Sul do Brasil, como, aliás, sobre todo o território nacional, resta-nos ainda salientar a *baixa do Mar de Weddel* e a *alta dos Açores*. Assim como o *anticiclone do Pacífico Sul*, êsses dois centros de ação têm um papel muito importante no quadro circulatório do Brasil. Consideramo-los de *menor importância* apenas porque suas influências sobre a Região Sul são exercidas indiretamente.

— A *baixa do Mar de Weddel* é uma das diversas células da zona de baixa pressão subpolar. É oriunda da ondulação da *frente polar Atlântica*. Dessas ondulações frontais formam-se profundos *ciclones*, tipicamente “*noruegueses*”, mais ou menos na altura da Terra do Fogo. Após sua propagação para SE, êsses ativos ciclones entram em total estado de oclusão, cêrca do Mar de Weddel. Dêsse sucessivo e constante processo dinâmico fundamenta-se a referida *depressão*.

Sempre que os referidos *ciclones* se aprofundam no extremo Sul do continente sul-americano, ou quando a *baixa do mar de Weddel* é reforçada através de uma ligação com o eixo meridional da *frente polar* ocorre, conseqüentemente, uma notável atração dos sistemas inter-tropicais em direção àquelas células, ou seja, em direção ao pólo. Nessas situações sopram sobre a Região Sul ventos de NE do *anticiclone do atlântico sul*, trazendo consigo tempo bom e brusco aquecimento, constituindo o fenômeno denominado *aquecimento pré-frontal*.

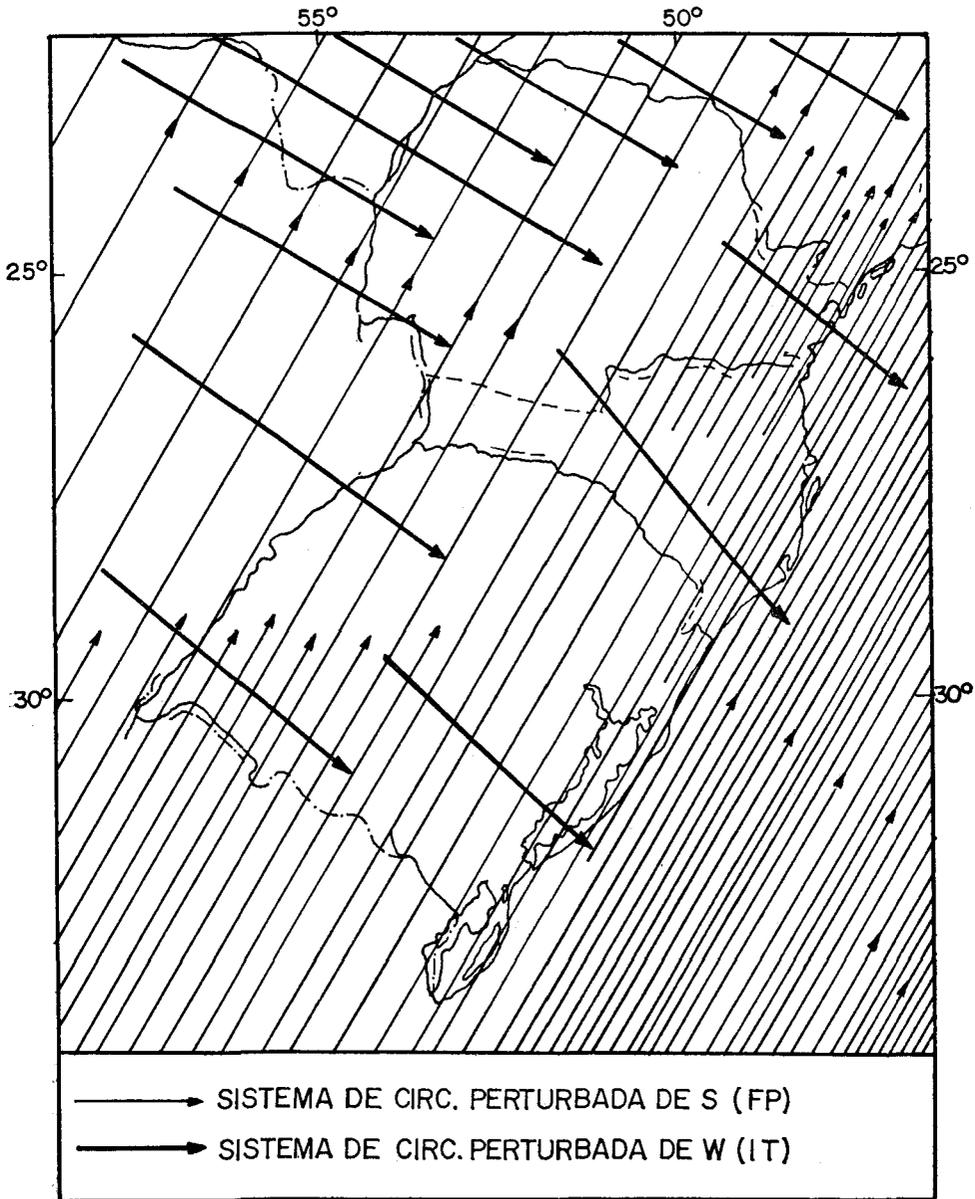
— A célula positiva do *anticiclone dos açores*, correspondente boreal do *anticiclone semifixo e permanente do atlântico sul*, possui, como êste, estrutura e propriedades típicas das *altas subtropicais*. Embora esta alta exerça, mesmo que indiretamente, uma importante ação na circulação atmosférica do Brasil tropical, na circulação regional do Sul do Brasil sua influência é muito remota, motivo pelo qual esta *alta* não mais será mencionada no decorrer dêste estudo sobre o clima da Região Sul.

2 — As correntes de circulação perturbada

Os centros de ação positivos geram as massas de ar, cujos ventos de natureza anticiclônica ou divergentes asseguram, geralmente, estabilidade com tempo ensolarado. Por exemplo, o *anticiclone do atlântico sul* origina a *massa tropical marítima* e o *anticiclone polar* gera a massa polar.

Entre duas massas de ar ou de duas ou mais altas existe sempre uma zona depressionária que se constitui numa *descontinuidade*, para a qual convergem os ventos das duas massas de ar ou das *altas*. Nessas descontinuidades os ventos convergentes ou ciclônicos tornam o tempo instável e geralmente chuvoso. Tais fenômeno são muito móveis e, por sua estrutura e deslocamento, são denominados *correntes de circulação perturbada*.

SISTEMAS DE CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA PERTURBADA NA REGIÃO SUL



Autor: E. Nimer.
DivEd/D. M.A.S.

FIG.3

Sôbre o território brasileiro existem diversas *correntes perturbadas* que, por sua origem e direção de sua trajetória, podem ser denominadas *correntes de norte*, representadas pela *convergência intertropical* (CIT); *correntes de leste*, representadas pelas *ondas de leste* (EW). *Correntes de oeste*, representadas por *linhas de instabilidades tropicais* (IT); e finalmente as *correntes de sul*, constituídas pelas *frentes polares* (FP). Destas correntes salientaremos apenas aquelas vindas dos quadrante sul e oeste, uma vez que estas são as únicas que atuam diretamente sôbre a Região sul do Brasil *.

a) *As correntes perturbadas de S* são representadas pela invasão do *anticiclone polar* com sua *descontinuidade frontal*. ** A fonte dêsses anticiclones é a região polar de superfície gelada, constituída pelo continente antártico e pela banquiza 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 periódicamente invadem o continente sul-americano com ventos de W a SW nas altas latitudes, mas adquirindo, freqüentemente, a direção S a SE em se aproximando do trópico, sôbre o território brasileiro.

De sua origem e trajetória (SW-NE), até chegar à Região Sudeste, derivam suas propriedades. Em sua origem, êstes anticiclones possuem subsidência e forte inversão de temperatura e o ar é muito sêco, frio e estável. Porém, em sua trajetória êle absorve calor e umidade colhidas da superfície morna do mar, aumentados à proporção que êle caminha para o equador. 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 os dois referidos *centros de alta subtropical*, 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 sôbre o Pacífico do que sôbre 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,

* Os sistemas de correntes de circulação *perturbada* que aqui esquematizamos (Fig. 3) foram baseados em observações diretas por nós realizadas em cartas sinóticas elaboradas pelo Departamento de Meteorologia do Ministério da Agricultura e na leitura sôbre 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 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.

Para outras 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".

** Reservamos a descrição sôbre o *anticiclone polar* para êste tópico dedicado às frentes polares por dois motivos: 1.º) porque tais descontinuidades frontais (FP) são uma consequência direta do deslocamento daqueles anticiclones; 2.º) porque êstes anticiclones, ao atingir as latitudes subtropicais do Brasil, não mais possuem a subsidência superior adquirida no local de sua origem, principalmente no verão. Por êste motivo, não apenas sua descontinuidade frontal provoca instabilidade e chuvas, como também o próprio anticiclone, desde que seu centro de alta esteja localizado sôbre o mar, de frente a Região Sul.

isto é, dissipa-se) em contato com a convergência da *baixa continental*, que nesta época, como vimos, está geralmente um pouco deslocada a NW da região do Chaco, enquanto que seu setor meridional avança para NE ou para E, até se perder no oceano Atlântico, após atingir quase todo o território nacional ao sul do paralelo de 15° sul, aproximadamente, ao mesmo tempo que o *anticiclone subtropical do atlântico* abandona o continente e se refugia no oceano.*

Nessas circunstâncias, a precipitação pluviométrica é pouco expressiva 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 contato com a superfície continental intensamente resfriada pela radiação noturna, muito ativa nesta estação do ano.

A segunda trajetória é bem mais freqüentada no verão.** É ela a principal responsável pela abundante precipitação nas regiões litorâneas da Região Sudeste e no setor nordeste da Região Sul, e pelos aguaceiros de grande concentração/hora ou minuto 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, e todos os *centros de ação* estão ligeiramente deslocados para posições mais meridionais. 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 dessa 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 e próximas a êle. Cêrca do trópico, a FP não possui, geralmente, energia suficiente para mantê-la em constante FG (frontogênese, isto é, em avanço), estabelecendo-se daí o equilíbrio dinâmico entre a *alta do atlântico sul* e a *alta polar*. Nesta situação, condicionado pela maré barométrica a FP permanece semi-estacionária sobre essas áreas 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, geralmente "pesadas", que podem durar mais de 10 dias para, finalmente, se dissipar com o desaparecimento da *alta polar*.

Estas situações, embora atinjam mais freqüentemente a Região Sudeste, mormente os Estados do Rio de Janeiro, Guanabara e São

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

** Observamos que, em se tratando do mecanismo atmosférico, o "verão" a que nos referimos não corresponde apenas ao trimestre dezembro-janeiro-fevereiro, mas extensivo ao semestre outubro-novembro-dezembro-janeiro-fevereiro-março. Esclarecemos, todavia, que os meses de dezembro-janeiro-fevereiro são os mais representativos dessa estação.

Paulo, são, no entanto, ainda muito comuns sobre os Estados do Paraná e Santa Catarina, principalmente no seu setor oriental. *

Tais sistemas de circulação acompanhados de instabilidades pré-frontais, frontais e pós-frontais, constituem, essencialmente, as *correntes perturbadas de S*. O semi-estacionamento da FP e suas oscilações tornam tais *correntes perturbadas* na Região Sul, mais freqüentes ao longo do litoral, notadamente sobre o Paraná e Santa Catarina, do que nas demais áreas desta Região, embora elas provenham, como vimos, do sul ou sudoeste do país.

Salientamos que tais choques em equilíbrio dinâmico entre o sistema de circulação do *anticiclone móvel polar* (do quadrante sul) e o sistema de circulação do *anticiclone subtropical semifixo do atlântico sul* (do quadrante norte) se dá com muita freqüência sobre a Região Sudeste do Brasil. Sobre a Região Sul estas situações são muito comuns apenas sobre seu setor norte. Nas demais áreas da Região Sul a FP as atinge, geralmente, mantendo-se em FG, mesmo no verão. ** Portanto, o que caracteriza a *Região Sul* quanto à circulação atmosférica é que ela é uma *região de passagem da frente polar em frontogênese*. Esta circunstância torna a Região Sul sujeita às sucessivas invasões de *correntes perturbadas de S* que alcançam uma extraordinária regularidade de uma invasão por semana, sendo esta regularidade tanto mais notável no Rio Grande do Sul. ***

b) *As correntes perturbadas de W* — O sistema de instabilidade de W decorre do seguinte: de meados da primavera a meados do outono todo o território intertropical brasileiro é periodicamente invadido por sucessivas ondas de ventos de W a NW trazidos por linhas de instabilidades tropicais (IT). **** Tratam-se de alongadas depressões barométricas induzidas em pequenas *dorsais*. ***** No seio de uma *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 no interior do Brasil no período que se estende de meados da primavera a meados do outono, porém são mais freqüentes e regulares 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

* A descrição do comportamento da FP, ao atingir a zona do trópico no "verão", com seus diversos estágios, resultaram de pesquisas realizadas pelo autor, relativas aos meses de outubro-novembro-dezembro-janeiro-fevereiro-março de 1950 (verão muito chuvoso) e de 1954 (verão pouco chuvoso) além dos meses de dezembro de 1966 e janeiro de 1967 (meses de um verão excepcionalmente chuvoso, na Região Sudeste do Brasil). Maiores detalhes a respeito dos desdobramentos dessas *correntes perturbadas* de origem subpolar serão encontrados no estudo "Análise Dinâmica da Precipitação na Região Serrana do Sudeste do Brasil — Especialmente na Serra das Araras" — A ser publicado na Revista Brasileira de Geografia, IBG — Fundação IBGE — 1971.

** São raros os verões nos quais os referidos choques em equilíbrio dinâmico se dão com mais freqüência sobre a Região Sul do que sobre a Região Sudeste. Quando isso acontece o verão torna-se extraordinariamente chuvoso na Região Sul, enquanto que na Região Sudeste, principalmente em São Paulo, Rio de Janeiro, Guanabara e Espírito Santo, ele se caracteriza por ser "seco", isto é, com poucas chuvas. A este respeito escreveu MONTEIRO (1969), embora comparando e relacionando as características hibernais do eixo Porto Alegre-Florianópolis-Curitiba-São Paulo-Rio de Janeiro-Caravellas.

*** No Rio Grande do Sul, intervalo inferior a 4 dias é pouco freqüente, e superior a 10 dias é muito raro.

**** Estes fenômenos têm recebido outras denominações por parte de diversos autores tais como: *calhas induzidas*, *frentes tropicais*, *ondas de oeste*, etc. O Departamento 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 por *linhas de instabilidade tropical*. Por este motivo nós assim também o consideramos.

***** A respeito destas *dorsais* já nos referimos no item b, tópico 1 da Unidade I.

ondulações formam-se ao norte da FP uma ou mais IT sôbre o continente. Após formadas, elas se deslocam com extrema mobilidade até 60 km/hora, embora elas possam, por vêzes, permanecer semi-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, intensificam-se a radiação telúrica e, conseqüentemente, as correntes convectivas. Contituem as 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, raramente ultrapassando 1 hora.

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 rapidamente numerosos *cumulus*, primeiramente sôbre as "serras", e com o correr da tarde enormes *cumulunimbus* encobrem o céu em tórno de 5/10, para, finalmente, com o cair da noite se tornar quase que inteiramente encoberto por *pesados* e *grossos cumulunimbus* sôbre calmaria. Nessas situações o calor sensível aumenta pelo efeito da calmaria, 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 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. **

Estas *correntes perturbadas*, por serem típicas da circulação atmosférica tropical, não afetam igualmente tôda a Região Sul do Brasil que, como sabemos, está quase inteiramente balizada na zona temperada. Por êste motivo, enquanto o Estado do Paraná é, durante o verão, freqüentemente invadido por tais correntes, no Estado do Rio Grande do Sul suas invasões são raras. Êste fato é responsável, como veremos adiante, pela dualidade de regime de chuvas no espaço geográfico da Região Sul do Brasil.

Unidade II — O sul do Brasil é uma região privilegiada pela altura e regime anual da precipitação pluviométrica

1 — Altura média da precipitação anual

Das regiões geográficas do globo bem regadas por chuvas, o sul do Brasil é uma das regiões cuja distribuição espacial dêste fenômeno no

* A chuva pode, até mesmo, ficar circunscrita às serras e suas proximidades. Nessas situações, algumas vêzes as linhas de IT não são acompanhadas de forte nebulosidade, produzindo nas baixadas litorâneas e do interior apenas ventos e tempestades de poeira.

** 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 êste ritmo. Interferências motivadas pela dinâmica geral da circulação costumam interromper êste ciclo, como ainda torná-lo com características diferentes.

fim de um ano se faz de forma mais uniforme. Com efeito, ao longo de quase todo seu território a *altura média da precipitação anual* varia de 1.250 a 2.000 mm. Portanto, não há no sul do Brasil nenhum local cuja acumulada de precipitação seja excessiva ou carente (Fig. 4).

Esta uniformidade decorre de uma série de fatores dinâmicos e estáticos:

- Os sistemas de circulação causadores de chuva atuam com frequência anual mais ou menos semelhante sobre todo o território regional, conforme mostra a Fig. 3. No oeste do Paraná e Santa Catarina o sensível decréscimo de frequência de *correntes perturbadas de S* (FP) é, em parte, recompensado pelas invasões de *correntes perturbadas de W* (linhas de IT) no verão;
- O relêvo regional caracterizado por superfícies e formas simples não interfere a ponto de criar diferenciações muito importantes na pluviometria anual.

Sòmente restritas áreas estão fora do balizamento de 1.250 a 2.000 mm. *Acima de 2.000 mm inclui-se:*

- pequeno trecho do litoral do Paraná, onde é maior a frequência de *frente polar*, e o relêvo de escarpas abrutadas faz aumentar a precipitação;
- o oeste de Santa Catarina (planalto e vale do Rio Uruguai, onde é mais importante a conjugação das chuvas dos sistemas de S e de W. Aí, a localidade de Xanxerê, situada a 791 metros de altitude, registra um total de 2.390 mm;
- restrita área em tôrno de São Francisco de Paula no Rio Grande do Sul, situada acima de 900 metros, onde a escarpa da superfície elevada de Lajes-São Joaquim, a barlavento das *correntes perturbadas* de origem polar, ativando a precipitação, registra 2.456 mm, ou seja, o mais alto índice pluviométrico da Região Sul.

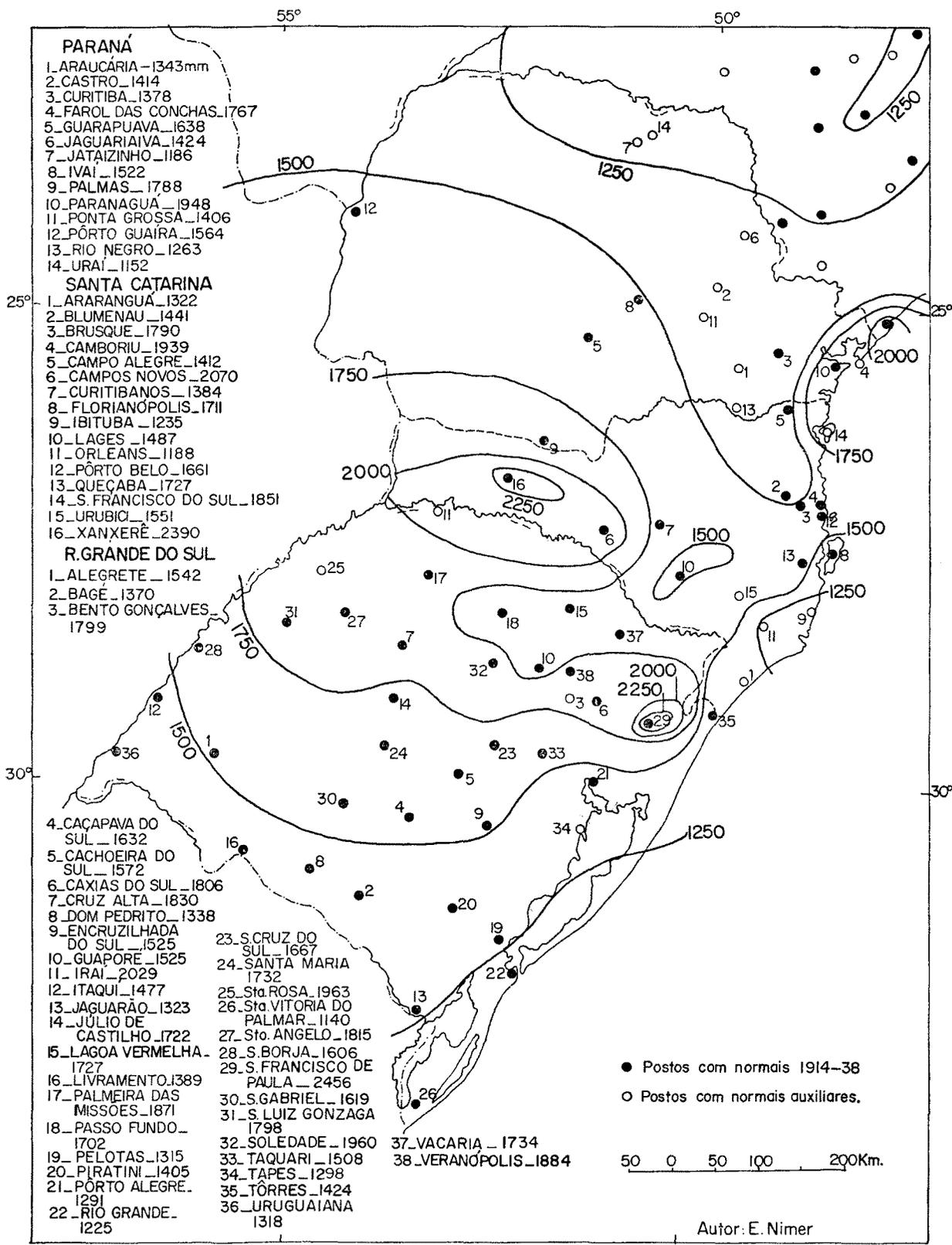
Abaixo de 1.250 mm inclui-se:

- o norte do Paraná onde decresce sensivelmente as chuvas trazidas pelas *correntes perturbadas de S*;
- pequeno trecho do litoral sul de Santa Catarina, onde o festonamento da Serra do Mar subtrai a precipitação do vale do rio Rosinha.

Daí se conclui que embora o relêvo, por suas características gerais suaves, não exerce grande influência na distribuição da pluviometria, seu papel neste sentido mesmo assim se salienta, uma vez que o litoral e a Campanha Gaúcha, embora possua maior número de dias de chuvas proporcionadas pela *frente polar*, cabe ao planalto os maiores totais anuais. Com efeito, com exceção do litoral do Paraná, tôda faixa litorânea e o extremo sul da Região acumula, ao final do ano, menos chuva do que o planalto. Isto se deve, certamente, ao fato de que não obstante

ISOIETAS ANUAIS (mm)

ALTURA MÉDIA DA PRECIPITAÇÃO AO ANO



a menor ocorrência de chuvas sobre o planalto, estas são, geralmente, mais copiosas do que nas baixadas e planícies pelo ativamento da turbulência do ar sobre as áreas de orografia mais elevada e acidentada. *

2 — Ritmo estacional da precipitação

Contudo, a vantagem de que se reveste o clima da Região Sul não reside apenas nos índices de acumulada anual de chuva, mas principalmente na forma pela qual as chuvas se distribuem ao longo do ano. Largas extensões do território da Região Centro-Oeste e da Região Sudeste do Brasil possuem êsses índices, porém nessas regiões uma percentagem muito grande de sua pluviosidade é precipitada durante a “*estação das chuvas*”, enquanto o inverno é pouco chuvoso ou muito sêco. Na Região Sul êste fenômeno só raramente acontece, por isso o que bem caracteriza o regime anual de chuva nesta Região é o seu notável equilíbrio.

O mapa de *concentração máxima da precipitação em três meses consecutivos* (Fig. 5) nos dá uma idéia exata da maneira pela qual a pluviosidade se distribui ao longo do ano. ** Êste mapa demonstra que a máxima acumulada trimestral varia em média de 25 a 35% ao ano. *** Ora, como em nenhuma época do ano, na Região Sul, as chuvas quer “leves” quer “pesadas”, não se fazem ausentes durante muitos dias consecutivos, fica evidenciado que durante os 9 meses restantes cada trimestre recebe uma acumulada de precipitação ligeiramente inferior àquela do trimestre mais chuvoso. Sabendo-se ainda que a altura total das chuvas precipitadas ao longo do ano, em quase todo o território regional, varia em média de 1.250 a 2.000 mm, conclui-se que em qualquer época do ano o território meridional do Brasil é bem regado por chuvas. Somente o norte e o litoral do Paraná apresentam uma concentração trimestral que ultrapassa 35%, atingindo 40% apenas em restritas áreas.

Como se trata de região de clima temperado, cujo regime de precipitação se caracteriza pela distribuição quase equitativa ao longo do ano, é absolutamente impossível prever, pela *climatologia*, a época ou trimestre do ano em que as máximas ou as mínimas concentrações irão se verificar, **** pelos seguintes motivos: como vimos na *Unidade I* — Sistema de *Circulação Atmosférica* — o principal sistema de *correntes*

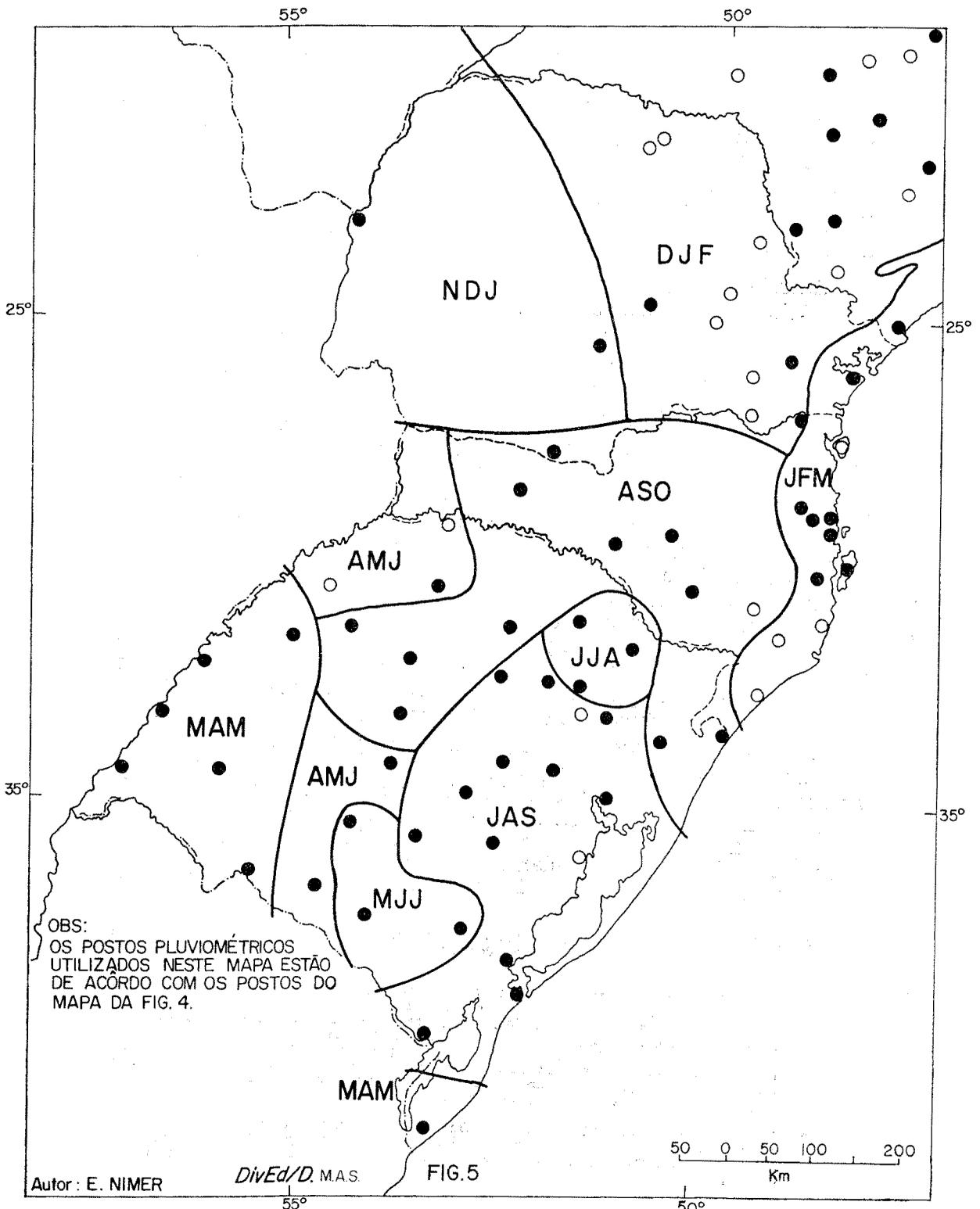
* Sobre o planalto, apenas o leste e norte do Paraná não confirmam esta tendência. Isto certamente se deve ao fato de que nestas áreas o decréscimo de incidência de *correntes perturbadas de S* não mais permite a compensação pelo efeito orográfico.

** Embora o regime de chuva na Região Sul esteja sujeito a certa variabilidade de um ano para outro, longe está de adquirir a importância verificada nas regiões de clima tropical, da qual a Região Nordeste do Brasil se constitui num dos melhores exemplos. O Sul do Brasil, em função de seu *clima temperado* possui, ao contrário, um regime anual de chuva muito pouco irregular, razão pela qual a variabilidade da percentagem da concentração máxima em 3 meses consecutivos é de muito pouca importância. Por conseguinte, a *normal* ou média desta concentração exprime um valor estatístico que pouco se distancia da realidade dêste fenômeno em cada ano, salvo em raras exceções, conforme veremos adiante.

*** Em grande parte das regiões Centro-Oeste e Sudeste o volume de chuvas precipitadas durante o ano se concentram, em média, cerca de 45 a 55% (e até mais em algumas áreas) em 3 meses consecutivos, e mais de 80% em 4 a 5 meses. No sertão semi-árido da Região Nordeste, ao norte da Bahia, a concentração é ainda maior.

**** Nas regiões de clima equatorial ou de clima tropical a estação chuvosa, ou a estação sêca, incide quase sempre na mesma época do ano. Nas regiões de climas equatorial e tropical do norte da Amazônia, a estação chuvosa recai quase sempre no outono e o mínimo na primavera. Na Região Centro-Oeste o verão é sempre uma estação chuvosa e o inverno é geralmente muito sêco (E. NIMER — “Clima da Região Norte e da Região Centro-Oeste, 2.^a edição da série Geografia do Brasil-IBGE). Nas latitudes baixas da região semi-árida de clima tropical da Região Nordeste do Brasil pode, em determinado ano, faltar uma estação chuvosa, porém quando ela chega está sempre enquadrada entre meados do verão a meados do outono, e o trimestre mais chuvoso é quase sempre constituído por fevereiro-março-abril (NIMER, 1971)

ÉPOCA DA CONCENTRAÇÃO MÁXIMA DA PRECIPITAÇÃO EM 3 MESES CONSECUTIVOS(%)



perturbadas (geradoras de tempo instável com chuvas) são aquelas provenientes do quadrante sul representadas pelo *anticiclone polar* e sua *frente*. Vimos também que este *anticiclone*, no seu encaminhamento para o equador, costuma seguir ora o trajeto continental ora o trajeto marítimo, aquele mais comum no inverno e este mais comum no verão. Entretanto, seja qual for o trajeto seguido por este *anticiclone* quase todo território regional do Sul do Brasil é atingido por sua descontinuidade com maior ou menor intensidade de chuvas durante e logo após sua passagem. Sendo assim, a época de máxima ou mínima concentração pluviométrica depende mais do grau de intensidade das chuvas por elas proporcionadas do que da maior ou menor frequência de invasões de tais correntes e, por sua vez, a intensidade depende da estrutura da *frente polar*, do índice de umidade absoluta contida na *massa de ar tropical* no momento que precede a chegada dessa descontinuidade e a velocidade desta *frente*.*** Por esta razão, tanto o máximo como o mínimo de chuvas podem se verificar em qualquer estação do ano. **

Entretanto, não obstante a impossibilidade de se determinar a época de incidência das máximas e das mínimas pluviométricas, podemos, entretanto, conhecer sua tendência mais ou menos definida. Observando os mapas referentes às Figs. 5 e 6, verificamos que o Estado do Paraná, em virtude de estar localizado no setor setentrional da Região, possui um regime anual de precipitação que, embora não seja tipicamente tropical, seu ritmo é muito semelhante ao que caracteriza o Brasil tropical (Regiões Centro-Oeste e Sudeste). Nesse Estado o máximo pluviométrico se dá no verão e o mínimo ocorre em fins de outono ou no inverno (nas Regiões Centro-Oeste e Sudeste o mínimo se dá no inverno) e o trimestre mais chuvoso é, na maioria das vezes, representado por novembro-dezembro-janeiro na metade oeste deste Estado e por dezembro-janeiro-fevereiro na metade leste, enquanto os 3 meses menos chuvosos são, em sua maioria, de inverno e secundariamente de outono. Aí, o máximo de verão decorre da conjugação de dois fatores dinâmicos: maior frequência de *frente polar* motivada pela maior frequência de semi-estacionamento sobre o Paraná, nesta época, e pelas ocorrências de chuvas de convergência trazidas pelas *correntes perturbadas* de oeste, representadas pelas linhas de IT (chuvas de verão) tão comuns nesta época do ano.

Outra área que possui um regime anual de precipitação, cuja ritmo estacional é de certa forma regular, é representada pela faixa litorânea do Paraná e Santa Catarina. Nesta estreita área o máximo pluviométrico pertence, geralmente, ao verão e seu trimestre mais pluvioso é formado por janeiro-fevereiro-março, enquanto o mínimo índice, na maioria das vezes, no inverno e, secundariamente, no outono. Trata-se, portanto, de um ritmo estacional característico das regiões de clima tropical. ***

* A. Serra (1969) concluiu que um "ano seco" se caracteriza muito menos pela ausência de *frentes*, que pelo rápido avanço das mesmas através do território do Rio Grande do Sul.

** É bem verdade que a *massa de ar tropical* possui, geralmente, mais umidade absoluta no verão, porém, não é menos verdade que as mais prolongadas e pesadas chuvas dependem do semi-estacionamento da *frente polar* sobre o lugar. Esta situação é comum no verão sobre o Paraná, porém muito raro no Rio Grande do Sul. Por esses motivos é praticamente impossível se prever a época em que incidirá a estação mais chuvosa para toda Região Sul, uma vez que, se no Paraná ela depende da maior frequência de estacionamento da *frente*, no Rio Grande do Sul ela depende da maior ou menor invasão de *frentes* e da maior ou menor velocidade das mesmas.

*** Em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul, o trimestre mais chuvoso possui uma composição tão variada e seu valor relativo é tão insignificante que não vale a pena ser mencionado. Entretanto, se o leitor estiver interessado em conhecê-lo basta examinar a Fig. 5.

Excluindo essas duas áreas não podemos nem mesmo reconhecer uma tendência no ritmo estacional da precipitação, de modo que em Santa Catarina e Rio Grande do Sul o trimestre mais chuvoso indicado no mapa da Fig. 5 não significa a tendência daquele fenômeno, mas, tão somente, o trimestre que mais frequentemente corresponde à época mais chuvosa. Esta irregularidade rítmica é tão grande nessas áreas que à medida que avançamos para o extremo sul da Região, torna-se cada vez mais sujeita à ocorrência de máximas no inverno e mínimas no verão. A ocorrência deste ritmo é tanto mais freqüente na banda oriental do Rio Grande do Sul, chegando nessa área a apresentar até mesmo, uma forte tendência a este ritmo, característico das regiões de *clima mediterrâneo* (máxima na época de dias curtos e mínima na época de dias longos).

Do equilíbrio de seu regime pluviométrico resulta que quase todo o espaço geográfico do Sul do Brasil não possui uma estação seca (Fig. 6). Este fato, dos mais importantes na caracterização do clima da Região Sul, constitui-se num dos fenômenos climáticos que mais contribui para a unidade climática desta Região, uma vez que, enquanto nas demais regiões geográficas do Brasil a inexistência de seca — pelo menos de um mês de duração — ocorre na menor porção de seus territórios, na Região Sul a incidência de um período seco durante o ano atinge tão somente uma diminuta área do noroeste paranaense (7,51% do Estado do Paraná e 2,66% da Região Sul). *

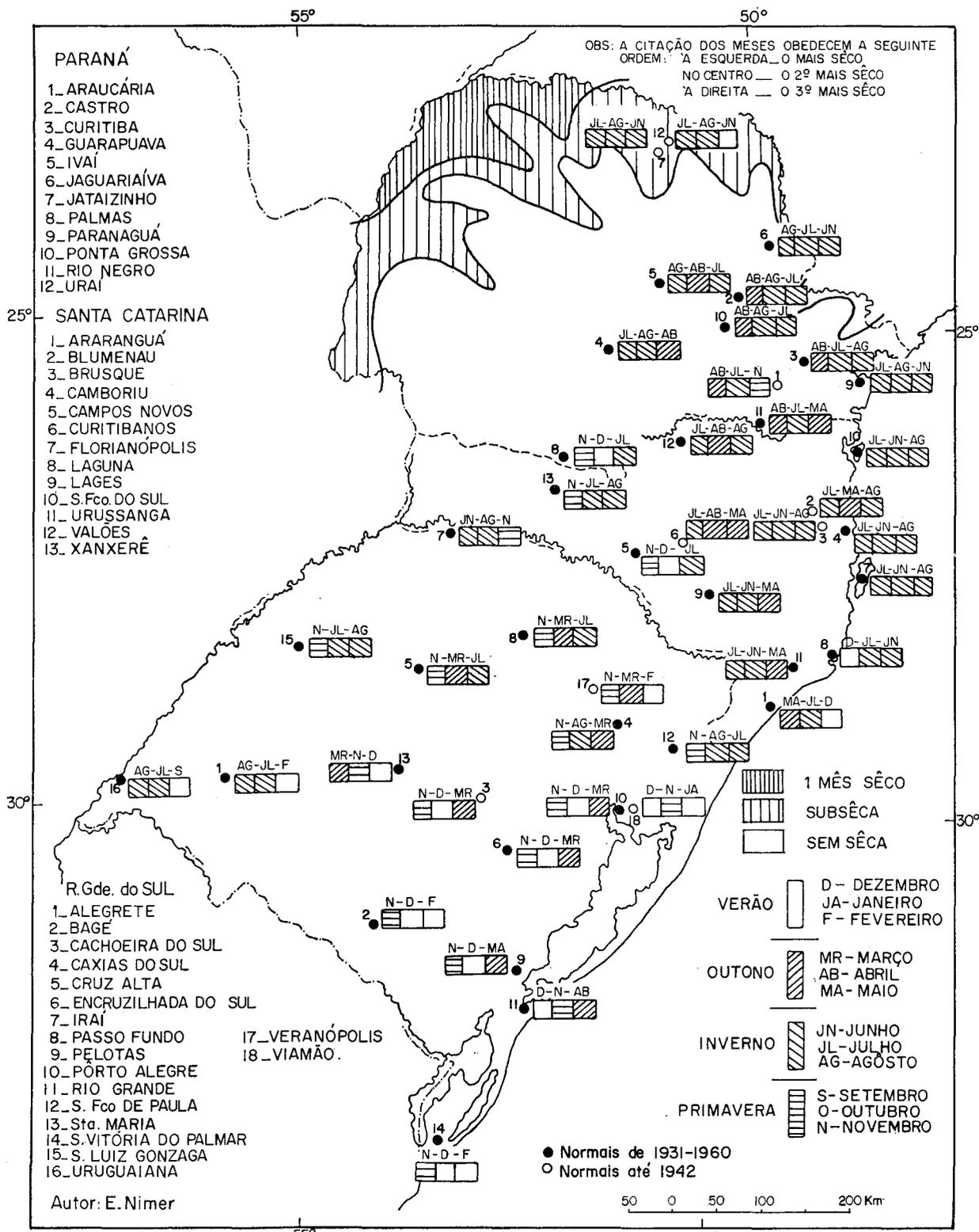
A seca desta área se verifica com muita regularidade no inverno e tem a duração média de apenas 1 a 2 meses. ** Sua incidência é uma decorrência da vinculação desta área ao *clima tropical semi-úmido* do Brasil central, cujo regime anual de chuvas se caracteriza sobretudo por possuir, no verão, uma acentuada concentração de chuvas de *instabilidades tropicais (correntes perturbadas de W)*, enquanto o inverno — pela ausência (ou quase) das mesmas, não compensada pelas raras invasões de *frente polar (correntes perturbadas de S)* — é fortemente marcado pela seca. Entretanto, no noroeste paranaense a referida estação seca, além de ser, geralmente, muito curta, é de pouca intensidade, porque aí a ausência de chuvas de IT no inverno é parcialmente compensada pelas sucessivas invasões de *correntes perturbadas de S* (FP).

Margeando esta área aparece um corredor subsêco, orientado no sentido NE-SW, do nordeste ao oeste do Paraná. Trata-se de uma zona de transição entre o regime de chuva de duas estações bem definidas, com máximo no verão e seca no inverno do Brasil *tropical* e o regime de chuvas bem distribuídas, característico do Brasil *temperado*. Neste, o decréscimo de precipitação no inverno, embora seja bem marcante, não chega a caracterizar uma estação seca.

* Na Região Nordeste, apenas restritas áreas do litoral oriental não possui sequer 1 mês seco; na Região Sudeste, além da estreita faixa litorânea, da Guanabara ao extremo sul de São Paulo, e das Serras do Mar e Mantiqueira, o restante de seu território possui pelo menos 1 mês seco; a Região Norte (balizada no interior da Amazônia) que, do ponto de vista regional é a que possui os maiores índices de acumulada anual de precipitação no Brasil, não registra seca apenas em uma porção de sua banda ocidental; e a Região Centro-Oeste não possui sequer um local cuja seca seja inexistente.

** Esclarecemos que para a determinação da seca adotamos o critério de GAUSSEN e BAGNOULS (1953). Os referidos 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.

OS TRÊS MESES MENOS CHUVOSOS



DivEd/D. MAS.

FIG. 6

Para se ter uma idéia exata das superfícies ocupadas pelo regime de chuvas com curta estação sêca, ou com subseca, e aquele cuja sêca não fica caracterizada, veja a tabela abaixo:

NÚMEROS RELATIVOS (%)

PARANÁ	ÁREA COM 1 MÊS SÊCO	ÁREA COM OCORRÊNCIA DE SUBSECA	ÁREA SEM SÊCA	TOTAL
	7,51	24,87	67,62	100,00
REGIÃO SUL...	2,66	8,81	88,53	100,00

Reafirmamos, contudo, que tanto os índices pluviométricos da acumulada anual, como a existência ou não de uma estação sêca ou subseca a que nos referimos, fundamenta-se em *normais climatológicas*, representando, portanto, valôres e condições *médias* de um longo período de sucessivos anos, não devendo ser interpretados como uma realidade de cada ano.

O clima de tôda e qualquer região situada nas mais diversas latitudes do globo jamais apresenta as mesmas condições em cada ano. Refletindo a variabilidade que está sujeito o mecanismo atmosférico, seu principal fator genético, os elementos constituintes do clima são também irregulares, estando, por isso, sujeito às mesmas variabilidades ou desvios de um ano para outro. Esta característica não atinge todos os elementos do clima com a mesma intensidade ou importância. Por exemplo, nas latitudes elevadas da *zona temperada*, se a variabilidade da temperatura não é maior do que a da precipitação pluviométrica, é, no entanto, bem mais importante, uma vez que os desvios térmicos, ou seja, um verão mais ou menos quente, e um inverno mais ou menos rigoroso, repercute mais na vida econômica e no comportamento social do que a variabilidade dos índices pluviométricos. Na *zona intertropical*, ao contrário, em virtude da insignificante variabilidade térmica e da notável irregularidades das chuvas, os desvios pluviométricos, determinando maiores ou menores totais de chuvas acumuladas, assumem um papel dos mais importantes, não apenas na caracterização do clima das regiões situadas nessas latitudes, mas, sobretudo, pelas conseqüências socioeconômicas dêles advindos.

A Região Sul do Brasil, por estar situada nas latitudes baixas da zona temperada, não está sujeita aos notáveis desvios térmicos que caracteriza o verão e o inverno das regiões de altas latitudes da zona temperada, nem aos extremos desvios pluviométricos que caracterizam as estações chuvosa e sêca das baixas latitudes das regiões trópicas. Porém, isto não significa que a variabilidade dêesses fenômenos no Sul do Brasil seja de pouca importância.

No que diz respeito à *variabilidade* estacional e anual da *precipitação pluviométrica* — que é o tema ora em análise — a *Região Sul possui os menores desvios anuais do Brasil*, sômente comparável aos que se verificam na Amazônia.

O mapa referente à Fig. 7 representa a distribuição do *desvio pluviométrico médio anual em relação à normal*, * no espaço geográfico da Região Sul do Brasil. Observando este mapa verificamos que a maior parte do território meridional do Brasil possui um desvio médio situado entre 15 e 20%, e quase 1/3 deste território situa-se abaixo de 15%, atingindo, em certos lugares, a valores inferiores a 10%. Índices balizados entre 20 e 25% compreendem áreas muito pequenas, podendo, por isso, serem considerados exceção. **

Isto significa que a *Região Sul do Brasil, além de ser, como vimos, privilegiada no que diz respeito aos totais anuais de chuva e ao regime de distribuição ao longo do ano, é também uma das mais favorecidas quanto à variabilidade ou regularidade dos seus totais anuais e estacionais*, uma vez que seus desvios figuram dentre os menores do Brasil.

Entretanto, a este respeito, queremos chamar atenção para o seguinte: o fato de a Região se caracterizar por possuir baixos índices de variabilidade pluviométrica não deve ser interpretado como uma situação constante no clima regional do Sul do Brasil, mas tão somente como uma situação de maior frequência. Por exemplo: os desvios médios de 15 a 20% que caracterizam a maior parte do território desta Região não são uma constante de cada ano. *No caso da Região Sul*, *** eles significam que na maioria dos anos os desvios *efetivos* oscilam entre aqueles valores nas áreas onde eles representam desvios *médios*.

Com efeito, em determinados anos, embora estes sejam raros, a precipitação torna-se tão abundante que em certas áreas chega a atingir a totais equivalentes ao dobro (ou até mais) da precipitação média, representativa da *normal*, enquanto que em outros anos, também raros, o decréscimo é tão notável que a acumulada fica aquém da metade da precipitação média. ****

Os anos de *fortes desvios positivos* constituem os chamados, pela população regional, "anos de muita chuva". Nestes, igualmente, toda ou quase toda Região é submetida a desvios positivos, como ocorreu em 1928 e 1932 (Fig. 8-A). Nestes anos, geralmente, não apenas o vasto território no qual não existe *normalmente* um mês seco sequer, mas também em todo o território regional, a seca e a subseca ficam completamente ausentes. Trata-se de anos que, geralmente, caracterizam-se por um número maior de invasões de *frente polar* nos três Estados que compõem a Região Sul, em todas ou quase todas estações do ano. Entretanto, mesmo que tais invasões apresentem uma frequência maior que a *normal* durante o outono, inverno e primavera e uma frequência

* É através dos desvios que medimos a irregularidade dos totais pluviométricos através de uma série de anos, ou seja, quantificamos a variabilidade do regime de chuva. Neste estudo tomamos por base os índices pluviométricos médios, isto é, *normais*. Se ao fim de determinado ano as precipitações acumuladas atingiram um índice superior ao índice médio, o desvio foi *positivo*; se ele, ao contrário, esteve abaixo do índice médio, ou seja, da *normal*, o desvio foi *negativo*. No mapa da Fig. 7 estão traçadas as isaritmias de desvio médio em relação à *normal*, e por se tratar de uma média de um longo período de anos consecutivos seus desvios possuem a conotação simultânea de positivos e negativos.

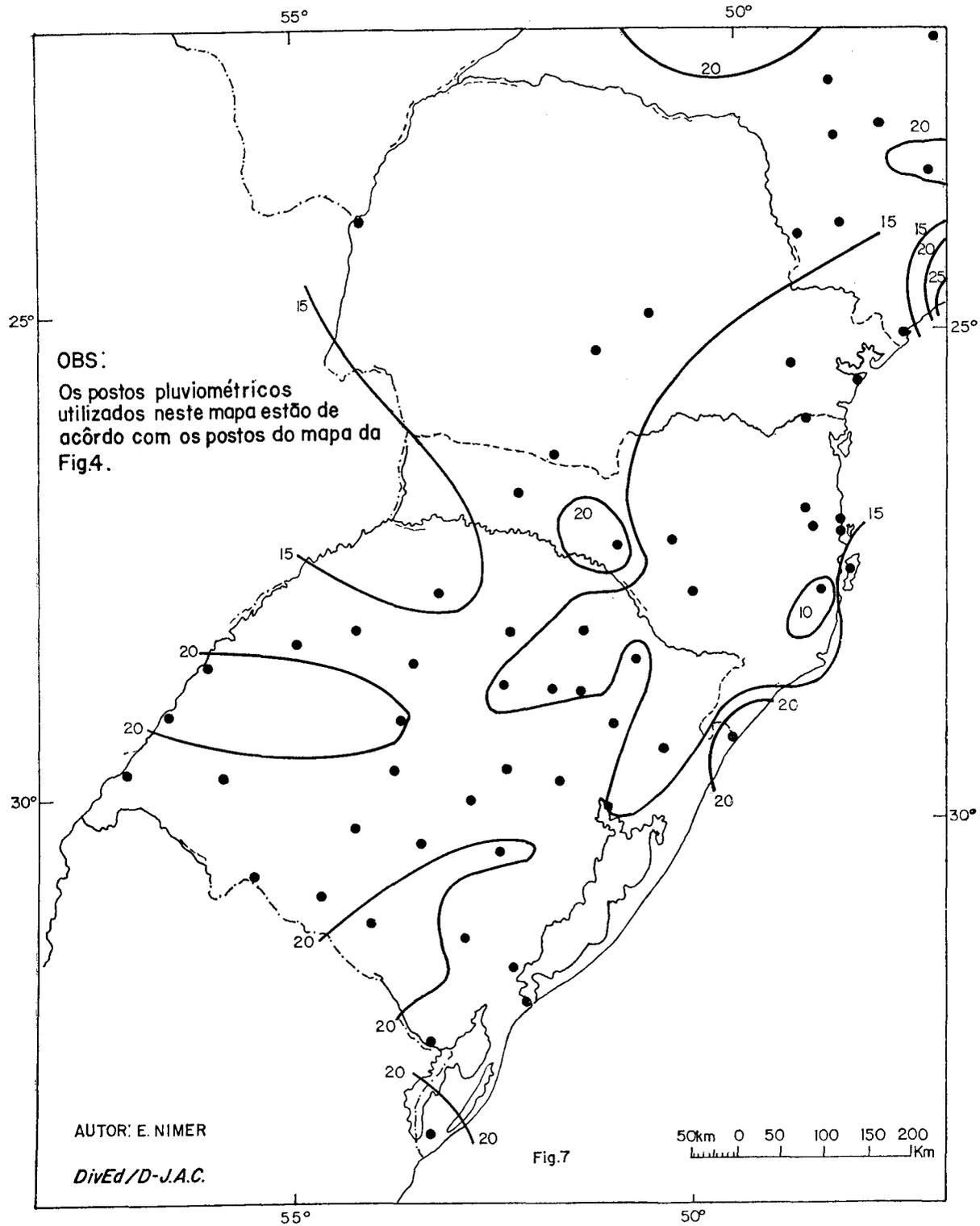
** No Sertão semi-árido do Nordeste do Brasil existem locais cujo desvio médio anual é superior a 50% em relação à *normal*.

*** Dissemos, *no caso da Região Sul*, porque em outras regiões geográficas do Brasil como, por exemplo, na Região Nordeste, o desvio pluviométrico *médio* não significa desvio mais frequente, uma vez que nesta Região são muito frequentes os grandes desvios efetivos. Ao contrário, na Região Sul os desvios efetivos muito importantes são muito raros. Daí os desvios *médios* adquirem conotação de desvios mais frequentes, como veremos adiante.

**** O caráter raro da ocorrência de anos em que se verificam *desvios positivos* ou *negativos* é o fato mais importante na distinção entre a irregularidade ou variabilidade do regime de chuvas do Sul do Brasil e a do regime de chuvas da região tropical semi-árida do Nordeste. Enquanto nesta região os grandes desvios são comuns, no Sul do Brasil eles são raros. Mas tanto uma Região quanto outra estão sujeitas a fortes *desvios efetivos*, tanto *positivos* quanto *negativos*.

VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA

— DESVIO MÉDIO ANUAL EM RELAÇÃO À NORMAL (%) —



menor durante o verão, se nesta estação a *frente polar* se estacionar com muita frequência sobre a Região, esta situação proporcionará chuvas mais intensas, cujos totais acumulados compensarão o menor número de invasões de *frente polar*. Esta situação é muito comum em Santa Catarina, mas principalmente no Paraná. Sendo assim, estes Estados, como o Rio Grande do Sul, terão também, nestes anos, um desvio positivo em sua pluviometria. Os Estados do Paraná e Santa Catarina possuem ainda outras *reservas* de tempo instável, uma vez que esta última situação (ou seja, de menor frequência da *frente polar* durante o verão) está quase sempre relacionada com u'a maior frequência de invasão de *correntes perturbadas de W*, nesses mesmos verões.

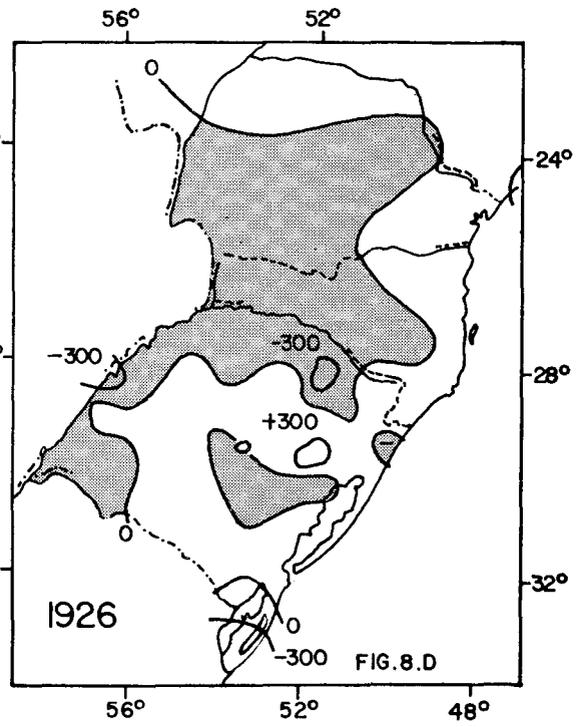
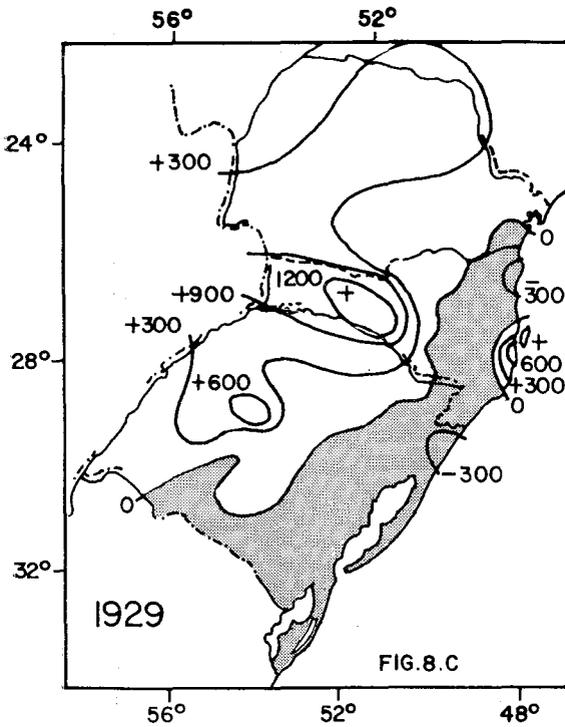
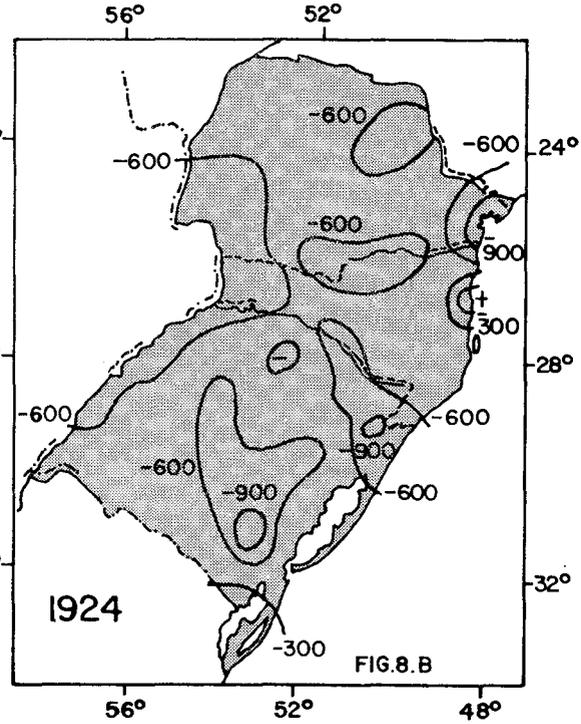
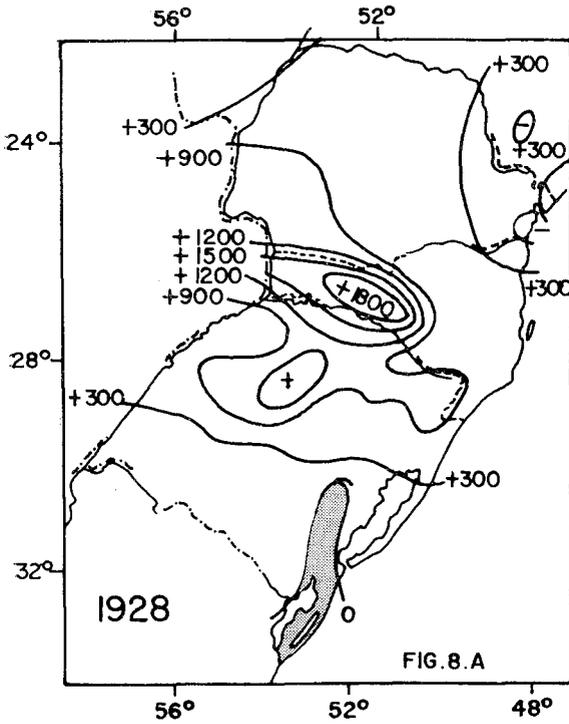
Os anos de *fortes desvios negativos* constituem os chamados "*anos de pouca chuva*" ou "*anos secos*". Nestes anos, geralmente, tôda ou quase tôda Região é submetida a desvios negativos, como ocorreu em 1917, 1921, 1924 e 1933 (Fig. 8-B). A consequência climatológica mais importante destes desvios é que nestes anos tôda ou quase tôda a Região está sujeita a uma *sêca* (lembramos que, neste trabalho, consideramos *sêco* o mês em que $P < 2T$) que pode durar até mais de 3 meses, quer nas áreas onde *normalmente* existe uma subseca quer naquelas cuja *normal* não marca sequer um mês *sêco*, enquanto no noroeste do Paraná, onde normalmente existe um mês *sêco* nestes anos, a estação *sêca* costuma ficar fortemente marcada no inverno, extravasando para o outono e primavera. Esclarecemos contudo que tanto os curtos períodos como as estações *sêcas* fortemente marcadas são, geralmente, de *secura* pouco intensa, uma vez que em qualquer época do ano, por menor que seja o vigor de emissão de *frente polar* (*correntes perturbadas de S*), raríssimamente elas se fazem ausentes por mais de 15 dias no extremo norte da Região, enquanto que no sul, raras são as semanas que não é registrada, pelo menos, uma passagem de *frente polar*.

A respeito dêsses anos, cabe-nos ainda salientar que, embora a *sêca* possa incidir em qualquer mês do ano (podendo se verificar em meses alternados) os meses de maior incidência são justamente aqueles nos quais mais freqüentemente são registrados os meses menos chuvosos (Fig. 6). *

Tais anos são mais sentidos pelas populações rurais do que os anos de fortes desvios positivos. Estes últimos, embora se caracterizem por apresentar um maior número de chuvas intensas ou aguaceiros, causadores de violentas enxentes, muito temidas pelo caráter torrencial de seus rios (rios de planalto), os problemas econômicos e sociais delas advindas são, de certa forma, rapidamente reparados pela assistência dos

* Dissemos que tais *sêcas* são de pouca intensidade. Entretanto, queremos a este respeito salientar o seguinte: vimos que na banda oriental do Rio Grande do Sul os meses menos chuvosos são mais freqüentemente novembro-dezembro-janeiro, o que significa que eles incidem no final da primavera e no verão. Quando há um forte declínio de precipitação nesses meses, a ponto de determinar uma estação *sêca*, esta embora seja pouco intensa do ponto de vista estritamente climatológico, do ponto de vista ecológico (sentido mais amplo) ela é certamente muito significante porque, como RIEHL (1954) afirmou, "mesmo nas zonas temperadas, a *eficiência* da chuva de verão e de inverno difere muito. A maioria dos leitores será capaz de confirmar, por sua própria experiência, que a estação *sêca* (RIEHL faz referência à *sêca* pedológica e hidrológica) nas latitudes médias continentais, com máximos de chuvas no verão, não ocorre em janeiro e fevereiro (RIEHL refere-se ao hemisfério norte, portanto aos dois últimos meses do inverno), quando a precipitação é pequena. Durante o verão o solo seca gradualmente e o efeito cumulativo é tal que se atingem os mais baixos níveis d'água e há perigo de *sêca*". Chamamos a atenção que RIEHL refere-se ao *perigo de sêca* (ecológica) durante o verão nos regiões temperadas, cujo máximo pluviométrico incide no verão. Na banda oriental do Rio Grande do Sul, o máximo se dá, mais freqüentemente, no inverno e o mínimo no verão. Portanto, nesta área, nos anos em que há um forte declínio de chuva no verão, determinando climatologicamente uma estação *sêca*, a *sêca* ecológica certamente é bem mais intensa.

DESVIOS ANUAIS DA PLUVIOMETRIA(mm)



0 100 200 300 400 km

□ DESVIO POSITIVO
acima da normal

■ DESVIO NEGATIVO
abaixo da normal

Fig. 8

AUTORIA: DIVISÃO DE ÁGUAS

DNPM-M.A.

DivEd/D.-J.A.C.

governos estaduais e federal e pelas empresas privadas mais diretamente interessadas em evitar uma sensível queda na produção agrícola das áreas flageladas.

Já os problemas causados pelos fortes desvios negativos, embora sem violência aparente, criam conseqüências bem mais graves à economia pelos seus caracteres: lento, contínuo, duradouro e geral, numa região cuja economia rural não está preparada técnica e estruturalmente para tais ocorrências.

Como dissemos, os anos cujos desvios, quer positivos quer negativos, abarcando tôda ou quase tôda a Região Sul, são raros. O que predomina e, portanto, caracteriza os *desvios pluviométricos efetivos* nesta Região é a oposição entre essas duas categorias de desvios, isto é, enquanto em algumas áreas a altura da precipitação de determinado ano assinala um desvio *negativo*, em outras áreas ela determina um desvio *positivo* nesse mesmo ano.

Exemplificamos estas situações com as Figs. 8-C e 8-D, referentes aos anos de 1926 e 1929, respectivamente. Em tais anos os desvios *positivos* e *negativos* geralmente, pouco se afastam dos totais médios relativos às *normais*.

Unidade III — O caráter temperado do clima do sul do Brasil confere a esta região uma notável oscilação térmica ao longo do ano

Vimos que a *pluviosidade*, através de seus totais e de seu regime anual concede à Região um certo grau de *unidade* ou *individualidade* que não se encontra em outra região geográfica do Brasil. Vimos também que os principais fenômenos meteorológicos diretamente ligados à pluviosidade, além de serem *unificadores* do clima regional, são, igualmente, pela semelhança de intensidade de atuação no espaço geográfico desta Região, responsáveis pela sua notável *homogeneidade* ou *uniformidade* climática, sem paralelo com outras regiões geográficas brasileiras. Vimos ainda que esta atuação, de certa forma, individualizada e uniforme é uma decorrência do caráter igualmente uniforme e homogêneo de seus fatores climáticos *estáticos* e *dinâmicos*.

Estes mesmos fatores climáticos determinam uma certa individualidade e uniformidade no clima regional, no que afeta a *temperatura*. De fato, ao contrário do que se verifica em outras regiões brasileiras, *no Sul do Brasil a temperatura* (apesar de sua diversificação espacial) *exerce um papel no mesmo sentido da pluviosidade*, ou seja, *o papel de unificação e uniformização climática exercido pela pluviosidade é reforçado pela temperatura*. *

Não obstante, isto não significa que os valores e comportamento da temperatura nessa Região sejam semelhantes ao longo de seu território. Significa apenas que há uma relativa semelhança que não permite a determinação de áreas inter-regionais muito distintas como se verifica em outras regiões geográficas do Brasil, dentre as quais a Região Sudeste se constitui no melhor exemplo.

* Com exceção da Região Sul, nas demais regiões geográficas do Brasil os diversos elementos vinculados à pluviosidade e à temperatura atuam no sentido oposto, isto é, enquanto alguns elementos da pluviosidade exercem um papel no sentido da individualização e uniformização do clima regional, outros elementos vinculados à temperatura exercem um papel oposto, ou vice-versa.

1 — Média anual da temperatura

Quanto à média anual da temperatura (Fig. 9), verificamos que das isotermas características da zona *intertropical*, apenas a de 22°C e a de 20°C penetram na Região Sul. Trata-se de isotermas que, embora sendo características da zona *intertropical*, são, no entanto, de transição entre as isotermas de regiões quentes e as isotermas de regiões mesotérmicas, em outras palavras, são isotermas de regiões subquentes. Contudo, estas isotermas que invadem a zona temperada, atingem uma parcela diminuta no território regional do Sul do Brasil, e estão relacionadas àquelas áreas, cujo regime anual de chuva, como vimos, além de possuir um ritmo tropical, determinam, *normalmente*, uma curta estação seca ou subseca (norte e oeste do Paraná). *

Fora destas áreas as isotermas anuais são típicas da zona temperada e sua distribuição no espaço geográfico da Região Sul está estreitamente condicionada à *latitude*, *maritimidade* (posição) e, principalmente, ao *relêvo* (fator geográfico, por excelência).

A isoterma de 18°C aparece, no Paraná, em torno de 800 a 500 m de altitude no litoral, e em torno de 900 a 500 m no interior mais ocidental; em Santa Catarina esta mesma isoterma está entre 500 a 300 m no litoral, e entre 500 a 450 no interior; no Rio Grande do Sul ela está compreendida entre 300 m e o nível do mar, no litoral, e entre 500 a 200 m no interior.

A isoterma de 16°C, como a de 18°C é originária da Região Sul, porém a de 16°C se fecha na própria Região abarcando as áreas muito elevadas do planalto, tais como: no Paraná, entre 1.200 a 1.000 m; em Santa Catarina, entre 1.000 a 750 m; no Rio Grande do Sul, entre 750 a 700 m de altitude.

Finalmente, a isoterma anual de 14°C. Esta compreende as áreas e os locais mais elevados sobre o planalto: no Paraná ela só é encontrada nos picos da Serra do Mar, acima de 1.300 m; na fronteira de Santa Catarina-Paraná ela engloba uma pequena área situada acima de 1.100-1.200 m sobre a superfície de Palmas. Porém, é sobre a superfície do planalto de Vacaria-Lajes-São Joaquim (Santa Catarina e Rio Grande do Sul), acima de 1.000 m aproximadamente, que esta isoterma delimita sua maior área. Aí, o Morro da Igreja (Santa Catarina), situado cerca de 1.808 m, registra média anual de 10°C aproximadamente. **

2 — Marcha estacional da temperatura

Vimos na *Introdução* deste trabalho que da conjugação do movimento de translação da terra com a inclinação de seu eixo resulta que o

* O leitor ao comparar este mapa (Fig. 9) com o mapa da Fig. 6 encontrará a seguinte relação: a isoterma anual de 22°C delimita, na Região Sul, a área setentrional de ocorrência de uma estação seca *normal* (noroeste do Paraná); a área compreendida entre as isotermas de 22°C compreende o citado corredor subseco do Paraná. Somente no leste paranaense não há correspondência entre a isoterma de 20°C ao ano e a ocorrência *normal* de uma subseca. Entretanto, lembramos que se trata daquela estreita faixa litorânea do Paraná, com tímidas penetrações em Santa Catarina através dos vales, onde, embora não haja, *normalmente*, incidência de seca, o ritmo estacional da precipitação é tipicamente do tipo tropical.

** A título de maiores informações a respeito das cotas altimétricas que passam essas isotermas vide a Fig. 9. Esclarecemos que essas estimativas foram determinadas calculando o gradiente adiabático local deste fenômeno, levando em conta diversos fatores estáticos e dinâmicos.

A temperatura média estimada para o Morro da Igreja é a mais baixa do Brasil, juntamente com a verificada no pico das Agulhas Negras (Rio-Minas) e no pico da Bandeira (Minas-Espírito Santo) situados em altitudes bem mais elevadas do que o Morro da Igreja.

As isotermas de 18, 16 e 14°C são típicas das latitudes médias (zona temperada). Sua ocorrência em outras regiões brasileiras se deve unicamente ao fator altitude.

TEMPERATURA MÉDIA ANUAL (°C)

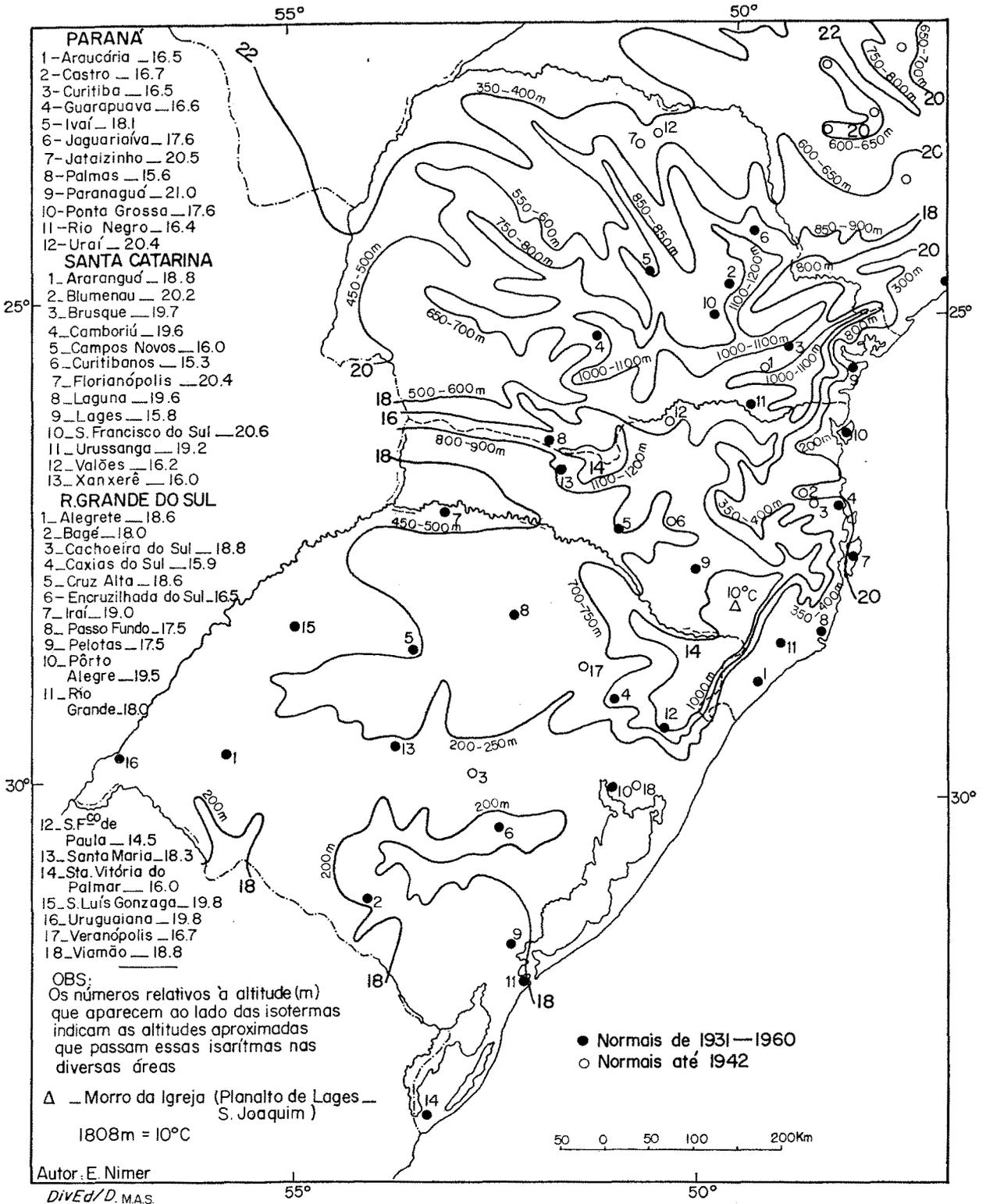


FIG. 9

Sol possui um deslocamento *aparente* em relação aos paralelos terrestres, chamado *marcha zenital do Sol*, esquematizada na Fig. 1. Nesta marcha o Sol leva 6 meses para ir de um *tropico* a outro, ou seja, de 21 de junho a 21 de dezembro, quando ocorrem os *solstícios*. Disto resulta que o Sol permanece 6 meses no hemisfério Sul (23 de setembro a 21 de março) e 6 meses no hemisfério Norte (21 de março a 23 de setembro). Ora, sendo o Sol a fonte de calor da superfície terrestre, é compreensível que a temperatura média de cada mês (*normal* ou *efetiva*) apresente uma flutuação ao longo do ano, ligada à *marcha zenital do Sol*.

Em virtude deste deslocamento do Sol, balizado pelos *tropicos*, a curva da temperatura média dos meses ao longo do ano nas regiões intertropicais não possuem uma flutuação linear contínua, isto é, ela apresenta duas *máximas* e duas *mínimas*, * mormente nas latitudes mais próximas ao *equador*. ** Entretanto à medida que avançamos para os pólos vai se tornando mais estreita a ligação entre a flutuação da temperatura média dos meses e a posição relativa do Sol, conseqüentemente a *estação quente* estará sempre ligada ao *solstício de verão*, e a *estação fria* ao *solstício de inverno*, ao mesmo tempo que estas duas estações serão cada vez mais distintas pela caracterização da temperatura.

A Região Sul do Brasil, por estar compreendida na zona temperada, apresenta essas características: *o verão é uma estação de temperatura bem mais elevada do que o inverno*.

- a) *O verão é uma estação quente e janeiro é seu mês mais representativo.*

É comum acreditar-se que assim como nas regiões intertropicais não existe *frio*, nas regiões temperadas não existe *calor*. Entretanto este conceito carece de fundamento. Na zona intertropical, algumas áreas de altitudes elevadas permanecem frias durante uma certa época do ano, enquanto que outras áreas desconhecem calor. Nos Andes tropicais, por exemplo, à medida que subimos encontramos desde o clima *mesotérmico* com uma estação mesotérmica, ou fria, e outra quente, até o clima *frio* de geleira permanente. No Brasil, apesar de não existir uma cordilheira que se possa comparar com os Andes, as áreas elevadas do planalto sedimentar e do embasamento cristalino, em São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e sul de Mato Grosso, Goiás e Espírito Santo, afeito a invasões de *massa polar* no inverno possuem, sem dúvida alguma, um inverno relativamente frio, e nos níveis mais elevados de suas "serras", jamais faz calor. Por outro lado, não há razão para não admitir a existência de calor na zona temperada, principalmente em sua metade pró-

* Chamamos a atenção que as *máximas* e *mínimas*, ora salientadas, não se referem às *máximas* ou *mínimas diárias*, nem mesmo à *média* dessas *máximas* ou *mínimas*; trata-se tão somente da *maior subida* ou *descida da média térmica mensal* ao longo do ano.

** Esclarecemos, contudo, que nas regiões intertropicais a temperatura não flutua estritamente de acordo com a posição do sol sobre o zênite. Se assim ocorresse teríamos no *equador*, por exemplo, duas *mínimas* nos *solstícios* (maior inclinação dos raios solares sobre o lugar) e duas *máximas* nos *equinócios* (quando o sol atinge o zênite do lugar). No entanto, a nebulosidade e a precipitação entram como fatores de importância pelo menos igual. Na estação chuvosa, frequentes aguaceiros durante o dia mantêm relativamente baixas as *máximas diárias* (raramente se observa um aumento igual das *mínimas diárias* devido a alguma redução na irradiação noturna). Dessa mudança na temperatura resulta uma tendência igual de queda na curva da temperatura média na estação chuvosa. Na zona equatorial da Amazônia brasileira, por exemplo, a subida *máximas* da curva térmica se verifica no *equinócio de primavera austral*, quando se conjugam o zênite do lugar com a época de menor precipitação. Entretanto, quando o Sol retorna ao zênite do lugar (*equinócio de outono austral*) se dá, muitas vezes, o mínimo porque é a época de maior nebulosidade e precipitação. Além disso, o máximo e o mínimo *secundário*, quando ocorrem, estão geralmente em desacordo com a maior ou menor inclinação dos raios solares. No Brasil central o máximo se verifica em meados da primavera quando o Sol, sobre o zênite do lugar, caminha para o *tópico de capricórnio*. Porém, quando ele retorna ao zênite do lugar, em meados do verão, verifica-se, quando muito, um *segundo* máximo de importância insignificante porque é a época da estação chuvosa nessa Região.

xima ao trópico, por dois motivos: 1.^o) durante o solstício de verão os raios solares incidem com pequena inclinação; 2.^o) nesta época os dias são muito mais longos que as noites, conseqüentemente o tempo diurno de radiação é bem mais longo do que aquele que se verifica na zona intertropical nesta mesma época.

Na Região Sul do Brasil o verão, além de possuir dias mais longos do que os verificados no Brasil equatorial e tropical, a inclinação dos raios solares, nesta época, é muito pequena: em dezembro e janeiro o Sol incide sobre o Rio Grande do Sul com inclinação semelhante, ou menos, do que sobre o *equador*.

Decorre daí que é comum a ocorrência de forte calor no Sul do Brasil durante o verão, quando se registram temperaturas em torno de 40°C, como veremos no decorrer deste trabalho. Estas temperaturas, características dos dias de forte calor, só não são muito importantes devido à predominância de superfícies elevadas do Planalto Meridional. *

A influência deste planalto, no sentido de evitar verões quentes na Região Sul pode ser observada nos mapas térmicos relativos ao trimestre de verão. Salientando, por exemplo, a *média térmica de janeiro* (Fig. 10), ** a primeira coisa que nos chama atenção é a influência quase insignificante da latitude como fator de distribuição térmica durante o verão. Este fato pode ser certificado observando que a isoterma de 24°C que aparece no Paraná e desaparece em Santa Catarina, reaparece no sul do Rio Grande do Sul, e a isoterma de 26°C somente existe no Rio Grande do Sul.

Naturalmente que há uma tendência geral no sentido de diminuir a temperatura, mesmo no verão, à medida que avançamos em latitude. Entretanto, na Região Sul do Brasil esta tendência é pouco importante por dois motivos: 1.^o) Na zona temperada, principalmente em sua metade subtropical, o papel da latitude, durante o verão, é insignificante, porque o efeito do aumento de inclinação dos raios solares é quase inteiramente anulado pela desigualdade de duração entre os dias e as noites; em outras palavras, se por um lado o aumento da inclinação dos raios solares, na razão direta da latitude, tende a declinar a temperatura no mesmo sentido, por outro lado, o aumento da duração dos dias em relação às noites, na razão direta da latitude, tende a elevar a temperatura no mesmo sentido, nessa época do ano (fator zonal); 2.^o) Ocupando o *planalto meridional* maior extensão geográfica em Santa Catarina e no Paraná e, tendo suas mais elevadas superfícies nesses Estados setentrionais da Região Sul, a temperatura tende a declinar em Santa Catarina e Paraná e subir no Rio Grande do Sul (fator regional).

Dêste modo, cabe, quase que exclusivamente, ao relêvo o contrôlo da distribuição geográfica da temperatura durante o verão. A Fig. 10 demonstra que as áreas mais quentes durante *janeiro* (mês mais representativo do verão compreende os vales dos rios Paranapanema (norte do Paraná), Paraná (oeste do Paraná), Uruguai (oeste do Rio Grande do Sul), Ibicuí-Jacuí (*depressão central* do Rio Grande do Sul). Nesses vales a temperatura média de janeiro é superior a 24°C, ultrapassando os 26°C no vale do Rio Uruguai. ***

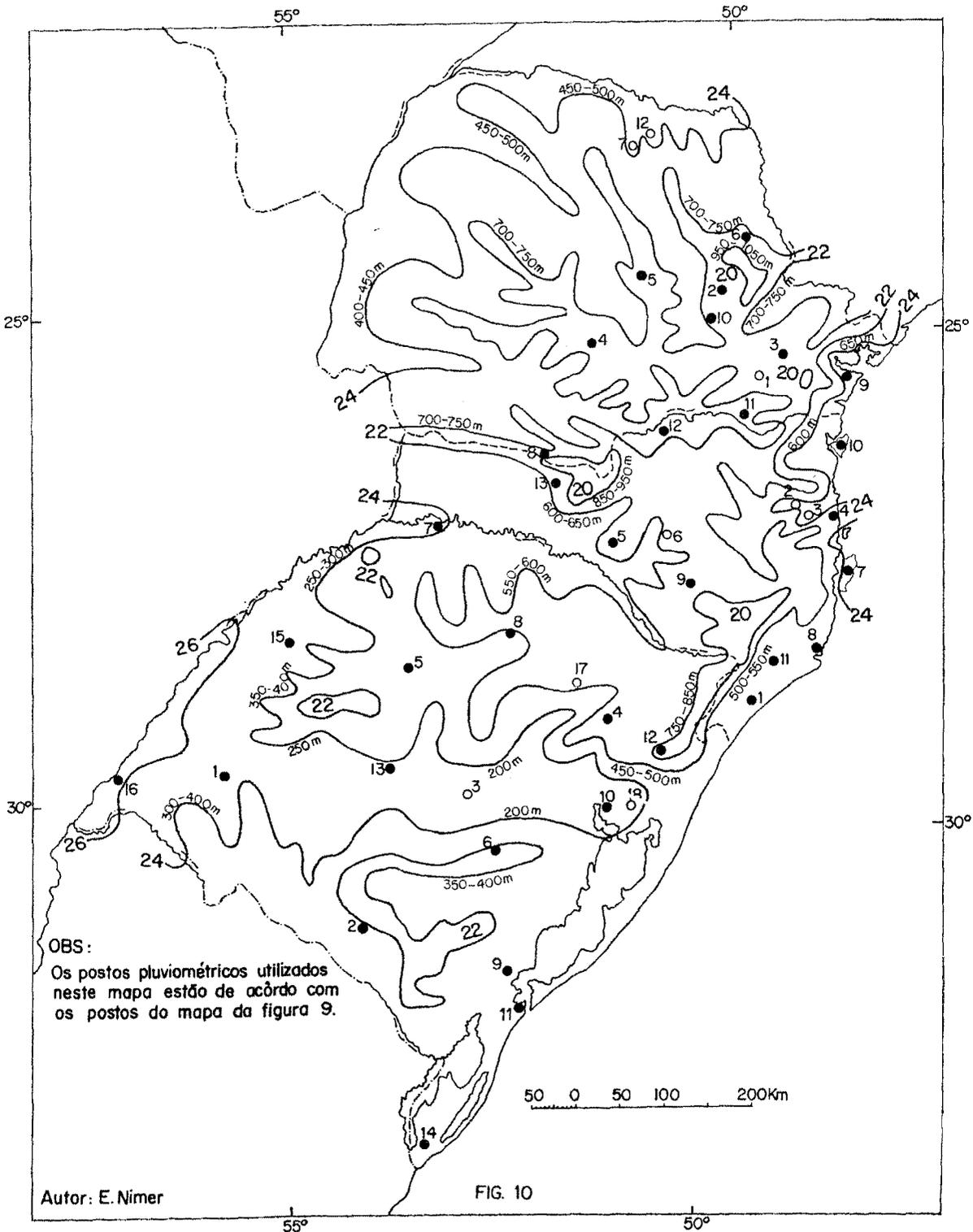
* Quanto à temperatura a única diferença importante entre o verão da Região Sudeste e o da Região Sul do Brasil, reside no fato de que na Região Sudeste o *verão climático* dura de 5 a 6 meses, enquanto que na Região Sul ele dura geralmente 3 meses, ficando circunscrito aos meses de dezembro-janeiro-fevereiro.

** Janeiro, mês representativo do solstício de verão é quase sempre o mais quente. Esta coerência no tempo (através dos anos) e no espaço (através do território geográfico) é, aliás, uma característica das regiões de latitudes extratropicais.

*** Pouco inferior à temperatura média do mês mais quente das regiões mais quentes do Brasil.

TEMPERATURA MÉDIA DE JANEIRO (°C)

MÊS MAIS QUENTE



Autor: E. Nimer

FIG. 10

Em compensação a isoterma de 22°C envolve as elevadas superfícies do planalto, seguindo, aproximadamente, as seguintes cotas altimétricas: no Paraná, 650 a 600 m no litoral e 750 a 700 m no interior; em Santa Catarina, 600 a 500 m no litoral e 700 a 600 m no interior; no Rio Grande do Sul, 500 a 350 m no litoral e 600 a 550 m no interior. *

Finalmente, os locais situados entre 1.050 a 950 metros no Paraná, entre 950 a 850 m em Santa Catarina e 850 a 750 m no Rio Grande do Sul, possuem uma média térmica inferior a 20°C. Dentre êsses locais sobressaem, pela sua extensão, a superfície de Palmas e a superfície de Vacaria-Lajes-São Joaquim

Portanto, excluindo as áreas elevadas do planalto, com temperatura média de janeiro inferior a 22°C, no restante do território regional do Sul do Brasil (65% aproximadamente) são comuns máximas diárias muito elevadas no verão.

Os mapas das Figs. 11-A, 11-B e 11-C, representativos das *médias das máximas diárias* de dezembro, janeiro e fevereiro, respectivamente, demonstram êste fato. ** Enquanto as superfícies elevadas do planalto mantêm a média das máximas em torno de 27 a 24°C, nas superfícies baixas dos vales dos rios Paranapanema, Paraná, Uruguai, da Depressão Central e na Campanha Gaúcha, a média das máximas do verão é superior a 30°C, chegando em janeiro a ser superior a 32°C na maior parte destas citadas áreas.

Nessas áreas, durante o verão, a ocorrência de máximas diárias próximas de 40°C são, com algumas exceções, tão comuns quanto nas superfícies baixas do Brasil *equatorial* e *tropical*, durante sua estação quente, cuja época e duração varia conforme a região; e se levarmos em conta a máxima absoluta *** registrada, verificamos que a Região Sul do Brasil possui numerosos exemplos, cuja subida do termômetro tenha alcançado níveis dos mais altos do Brasil. O mapa relativo à Fig. 12 demonstra êste fato.

Observando êste mapa verificamos que, durante um *período normal* de observação meteorológica que termina em 1942, apenas no planalto não foi registrada temperatura superior a 38°C, entretanto nas citadas superfícies baixas foram registradas *máximas absolutas*, que variam de 38 a 40°C, tendo inclusive ultrapassado êste último índice no norte do Paraná (vale do Paranapanema), na depressão central, no vale do rio Uruguai e no baixo curso do rio Itajaí. Nestas duas últimas áreas o termômetro já subiu além de 42°C. Entretanto, esclarecemos que após 1942, ou mais precisamente entre 1942 e 1960, já foram registradas máximas diárias superiores a 40°C em muitas localidades do litoral, alcançando quase os 42°C nas restingas do Rio Grande do Sul.

b) *O inverno é uma estação fria e julho é seu mês mais representativo*

Em virtude do balizamento intertropical da marcha zenital do Sol, o inverno torna-se, evidentemente, mais longo e mais frio à medida que nos afastamos do *equador*. Daí decorre que podemos distinguir na zona

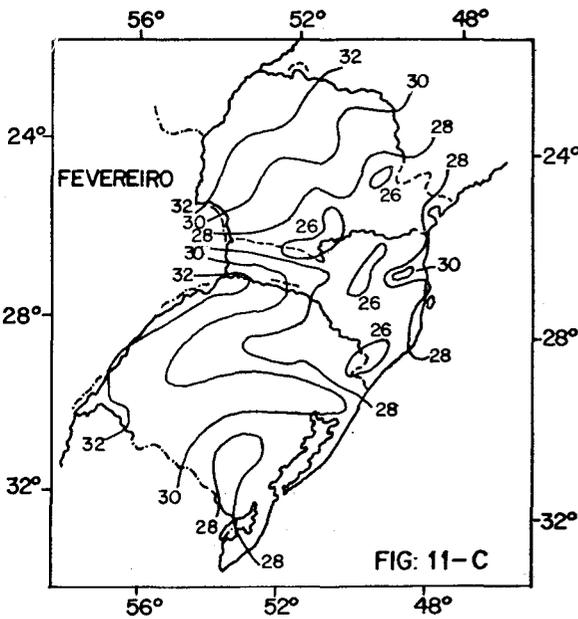
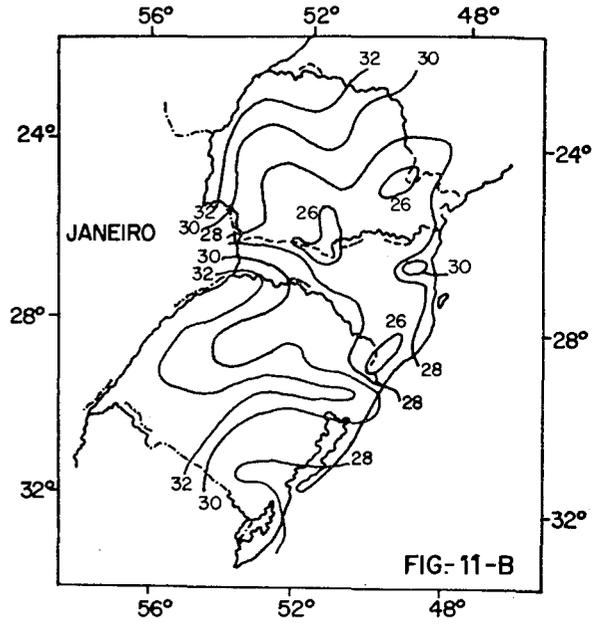
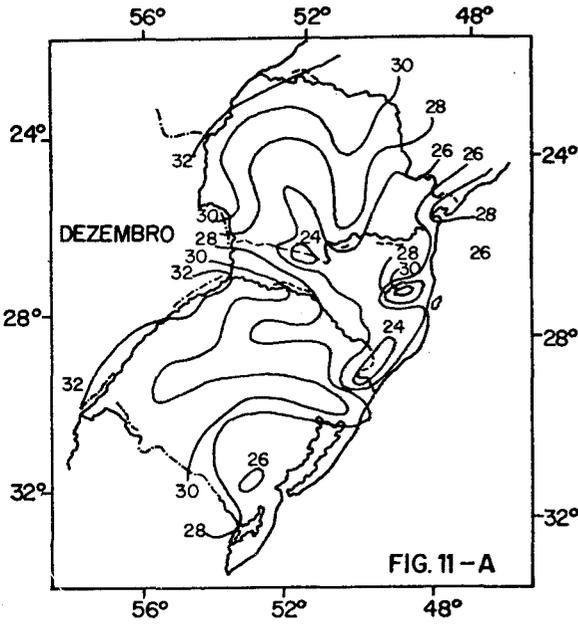
* Lembramos que a isoterma de 22°C relativa à média do mês mais quente, limita as regiões ou áreas que, no conceito de KÖPPEN, possuem um *verão brando*.

** Na elaboração destes mapas não houve a preocupação de se medir a influência do relevo sobre a temperatura (conforme denuncia o encaminhamento grosseiro de suas isotermas), a exemplo do que fôra feito nos demais mapas térmicos que os precedem. Apesar disso, tais mapas exprimem, em linhas gerais, a maneira pela qual as temperaturas máximas diárias se comportam ao longo do território da Região Sul.

*** A mais alta temperatura registrada através de um longo período de observação, tido como período de uma *normal*.

MÉDIA DAS MÁXIMAS DIÁRIAS (°C)

— VERÃO —



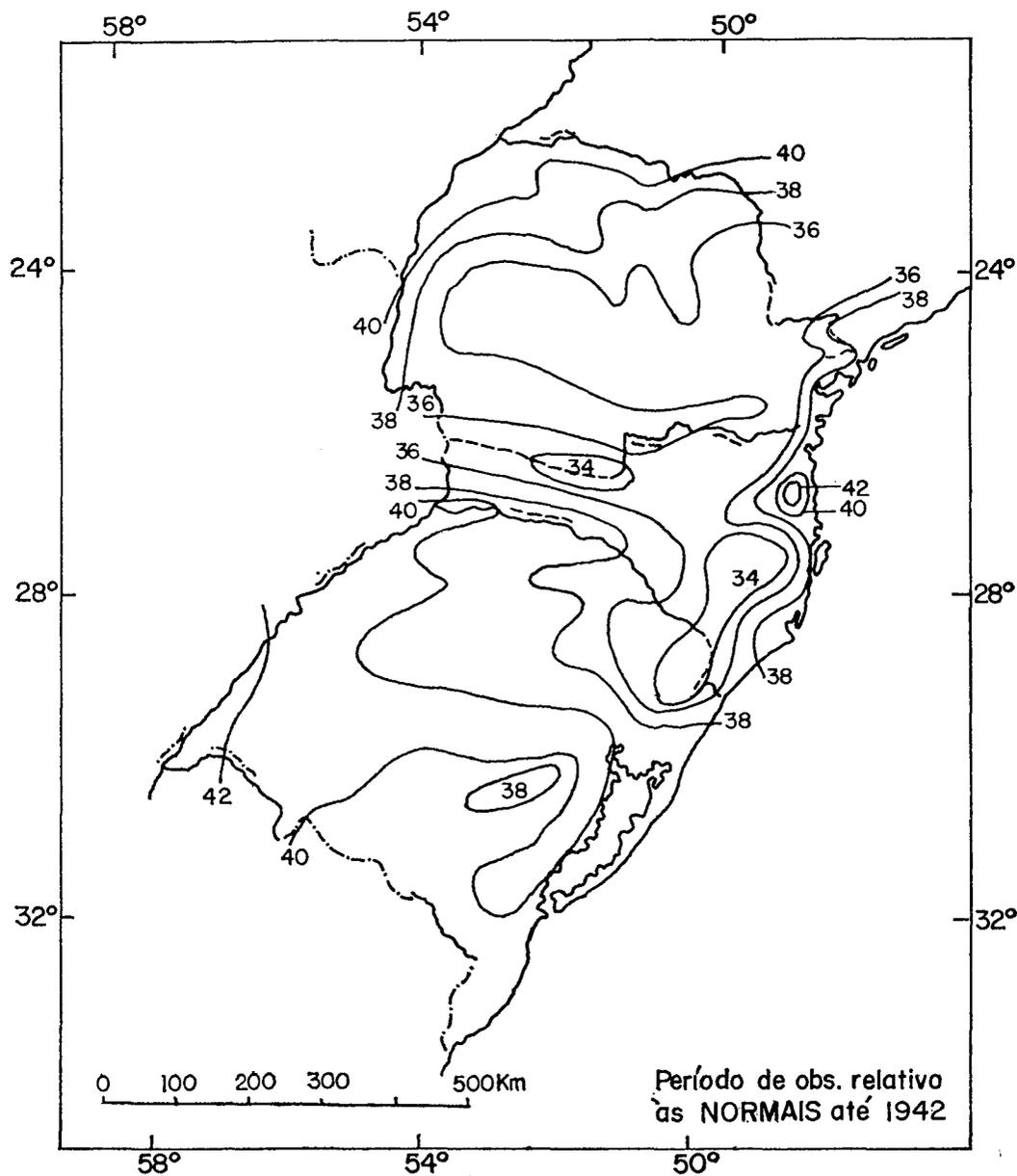
NORMAIS ATÉ 1942

0 100 300 500Km

AUTOR: E. NIMER

FIG-11

TEMPERATURA MÁXIMA ABSOLUTA DO ANO (°C)



Autor: E. NIMER

FIG. 12

DivEd/D. M.A.S.

temperada, uma zona com inverno pouco *vincado* e uma zona com inverno *acentuado*. A primeira é subtropical e corresponde, do ponto de vista climático, mais ou menos às latitudes de 30° a 40°, enquanto que a segunda se estende até cerca do paralelo de 55°. A primeira distingue-se da segunda por uma frequência bem inferior de invasões de *descontinuidades* de origem circumpolar e de participação de *anticiclone polar* que sucedem à passagem daquelas *perturbações*.

Entretanto, estes limites acima considerados são tanto mais válidos para o hemisfério Norte. O Hemisfério Sul, sendo em média mais frio que o Hemisfério Norte, tem os limites de sua zona temperada ligeiramente deslocados para latitudes mais baixas do que aquelas acima citadas.

Acresce ainda que, na América do Sul, em virtude do notável fluxo de ar polar, o limite setentrional da zona temperada climática está, sem dúvida, situado cerca do trópico.

No Brasil, soma-se a estes fatores o fator geográfico representado pelo Planalto Meridional, o qual, influenciando no acréscimo de chuvas e no declínio da temperatura, faz com que a zona temperada atinja o trópico.

Daí decorre que, embora a Região Sul do Brasil esteja situada na zona subtropical, seu inverno é pouco *vincado* apenas parcialmente, ficando a maior parte de seu território sujeito, freqüentemente, a um inverno *acentuado*, embora nunca *rigoroso*, no sentido climatológico.

De fato, de maio a agosto a temperatura média se mantém relativamente baixa por todo o território regional. Durante estes meses toda Região sente os efeitos típicos do inverno das regiões de clima temperado; sucessivas e intensas invasões de *frentes polares* que trazem, geralmente, abundantes chuvas sucedidas por *massa polar*, cuja participação na circulação atmosférica regional é, pelo menos, igual a participação dos sistemas tropicais, acompanhada de forte queda de temperatura que, comumente, atinge a níveis pouco superiores a 0°C e, não raras vezes, descem a valores negativos, tornando notável a ocorrência de geadas. Estas características hibernais do clima regional são tanto mais marcantes sobre o planalto, o qual, como veremos, exerce uma influência na diversificação climática da Região Sul, muito mais através de sua ação sobre a temperatura do que sobre a precipitação pluviométrica.

Contudo, não obstante o inverno climático da Região Sul possuir em média, uma duração de quatro meses (pelo menos no Rio Grande do Sul e Santa Catarina) os meses de junho e julho são sensivelmente bem mais frios que os de maio e agosto, embora a mínima absoluta de determinados anos possa se verificar num destes dois últimos meses.

O caráter *acentuado* do inverno durante os meses de junho e julho se deve a dois motivos: 1.º estes meses são os mais representativos do *solstício de inverno*, cuja conseqüência climatológica nas zonas extratropicais se reveste de notável significância, pelo considerável aumento da duração das noites em detrimento das horas de radiação diurna e pela maior inclinação dos raios solares; 2.º pela maior participação da circulação atmosférica de origem circumpolar.

Entretanto, como acontece em todas as regiões extratropicais, o mês mais frio é aquele que sucede imediatamente ao do solstício de inverno ou seja, julho.*

* Embora a duração média das noites e a inclinação dos raios solares sejam maiores em junho do que em julho, este último mês é geralmente o mais frio do ano porque além da duração média das noites e da inclinação dos raios solares serem muito pouco inferiores ao verificado em junho, quando chega o mês de julho o Sol, em sua marcha zenital está a mais tempo sobre o hemisfério oposto, do que durante o transcorrer do mês de junho.

O rebaixamento geral da temperatura neste mês, quer das máximas quer das mínimas diárias e, conseqüentemente, das médias diurnas, tornam a média térmica de julho não apenas a mais baixa do ano na Região Sul como, ainda, a mais baixa verificada nas mesmas latitudes e altitudes do globo.

Ora, sendo julho o mês mais frio em toda Região Sul, o exame do mapa de *média térmica deste mês* demonstra que apenas o vale do Paranapanema-Paraná e de parte de seus afluentes (norte e oeste do Paraná), o vale do Ribeira do Iguape (leste do Paraná) e o litoral do Paraná e Santa Catarina não possuem nenhum mês com temperatura inferior a 15,0°C. *

A exemplo da temperatura média (Fig. 9) e das temperaturas do verão (Fig. 10, Fig. 11 e Fig. 12), a distribuição geográfica da temperatura durante o inverno é determinada pela maior ou menor influência marítima, pela variação da latitude e, sobretudo, pela desigualdade do relêvo. Porém, o nível de importância de cada um destes fatores varia conforme a época do ano. Ao examinar a distribuição da temperatura no espaço geográfico da Região Sul, durante o verão, vimos que a maritimidade e a variação da latitude exercem um papel pouco importante, ficando à variação de altitude do relêvo o único papel de grande importância dessa distribuição. Entretanto, no inverno, o papel do relêvo já não é tão destacado, uma vez que a variação da latitude assume um papel também muito importante. Da mesma forma a maritimidade. A influência marítima que no verão atua no sentido de amenizar a temperatura, evitando maior calor, no inverno, sua ação, também amenizadora, evita maiores quedas de temperatura, em outras palavras, o efeito da maritimidade no inverno é justamente oposto ao que se verifica no verão: enquanto no verão a temperatura tende a declinar para o litoral, no inverno, ela tende a declinar em direção ao interior.

Por esses motivos a isoterma de 15,0°C do mês de julho (Fig. 13) segue as seguintes cotas altimétricas: no norte do Paraná ela segue as curvas altimétricas entre 600 e 500 metros de leste para oeste; no extremo oeste do Paraná ela oscila entre 350 e 200 metros de norte para sul; no litoral ela aparece entre 500 a 400 metros na fronteira com São Paulo, decai para 400 a 300 metros na fronteira com Santa Catarina e chega ao nível do mar antes de alcançar a fronteira do Rio Grande do Sul. Daí se depreende que quase todo território regional do Sul do Brasil possui pelo menos um mês com temperatura média inferior a 15,0°C.

Outra isoterma muito importante, representativa da média do mês mais frio (julho) é a de 13,0°C. A importância desta isoterma decorre não apenas porque ela envolve uma grande parte do Planalto Meridional, mas também porque ela se constitui no mais importante limite térmico da floresta de Araucária que domina este planalto. ** Esta isoterma acompanha, aproximadamente, as seguintes cotas altimétricas: no Paraná, 800 metros no litoral e entre 1.000 a 700 m no interior; em Santa Catarina, 800 a 600 m no litoral e entre 800 a 700 m no interior; no Rio Grande do Sul, 600 a 500 m no litoral e 500 a 400 m no interior.

Esta isoterma reaparece no extremo sul da Região, compreendendo quase toda região da Campanha Gaúcha, em altitudes que vão de 400-300 metros ao nível do mar.

* Esta isoterma mensal do mês mais frio é muito importante, uma vez que no critério bioclimático de GAUSSEN e BAGNOULS (1953) ela assinala o limite entre o clima *termozérico* (quente) e o *mesozérico* (temperado).

** Esta floresta de coníferas atribuída a um paleoclima mais frio, parece ter no clima atual seu fator de conservação.

MÉDIA TÉRMICA DE JULHO

MÊS MAIS FRIO - (°C)

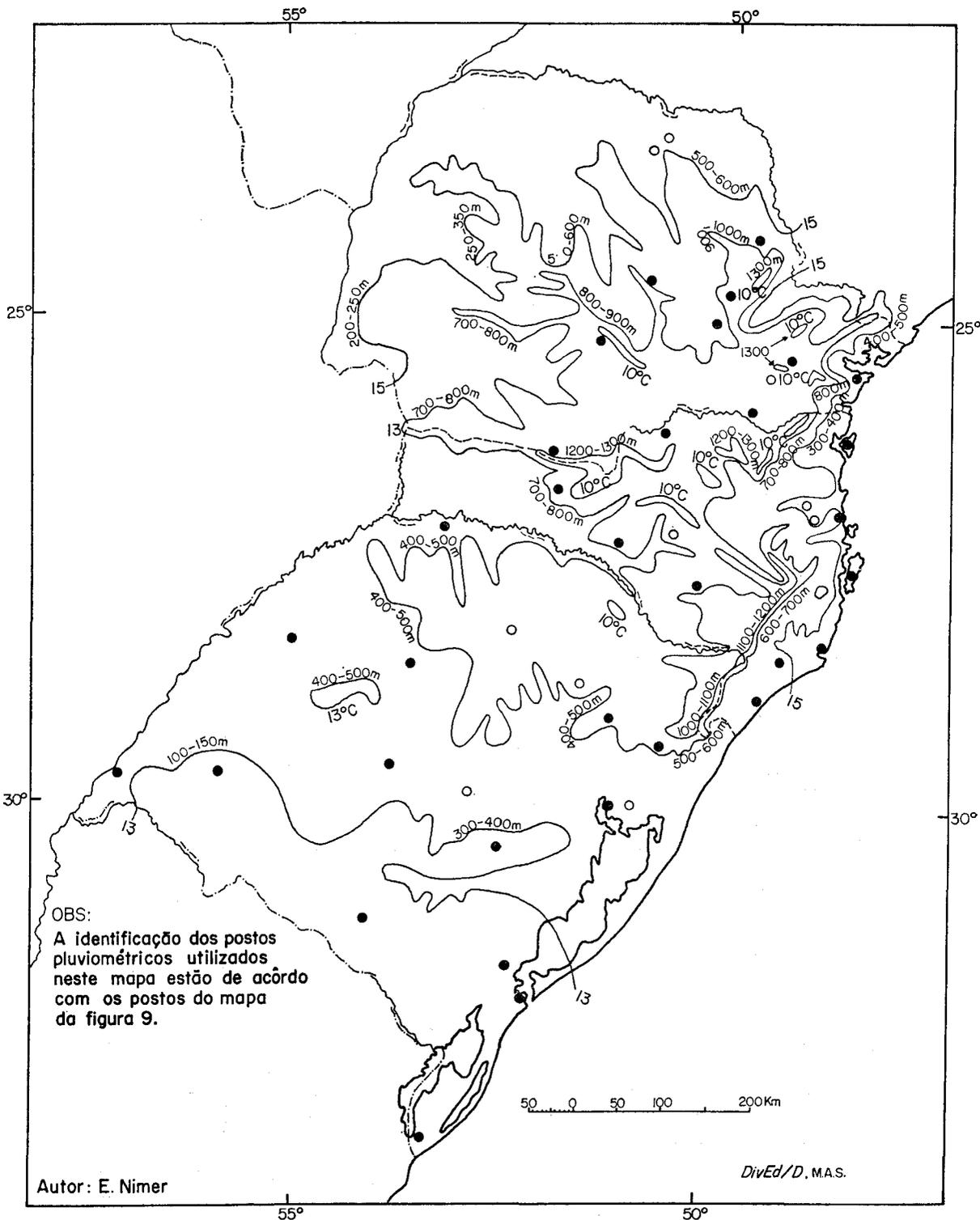


FIG. 13

No interior desta vasta área envolvida pela isoterma de 13,0°C, os locais ou áreas situadas nos níveis mais elevados do planalto são envolvidos pela isoterma de 10,0°C. No Paraná e norte de Santa Catarina ela aparece entre 1.300 e 1.200 m, descendo a 1.200-1.000 m nas superfícies de Vacaria-Lajes-S. Joaquim. Na superfície de S. Joaquim, o Morro da Igreja, situado a 1.808 m, apresenta no mês frio a temperatura média de 7,3°C (estimativa).

Daí decorre que apenas 15,27% do território regional do Sul do Brasil (Vale do Paranapanema-Paraná, Vale do Ribeira do Iguape e o litoral do Paraná e Santa Catarina) não possui no mês de julho temperatura média inferior a 15,0°C, oscilando entre 18,0 a 15,0°C, enquanto que em 81,69% a média varia de 15,0 a 10,0°C. O restante 3,04% possui temperatura inferior a 10,0°C. Daí se conclui que *o inverno é acentuado, pelo menos, nas superfícies do planalto cuja temperatura média de julho é inferior a 15,0°C, chegando a ser relativamente rigoroso nos locais ou áreas cuja temperatura média de julho é inferior a 10,0°C.*

Esta característica hibernal, com temperatura média mantida em níveis relativamente baixos, decorre de um abaixamento geral da temperatura. Com efeito, durante o inverno (junho e julho, notadamente) as máximas diárias só muito raramente atingem a faixa de 30 a 32°C e, mesmo assim, apenas nos grandes vales e no litoral. De fato, o inverno na Região Sul possui máximas diárias que nas superfícies baixas oscilam, mais freqüentemente, entre 24 a 20°C no Paraná, entre 22 a 20°C em Santa Catarina e entre 20 a 18°C no Rio Grande do Sul, enquanto que na maior parte do planalto estas temperaturas oscilam, mais freqüentemente, dentro da faixa de 20 a 16°C, e até menos nas superfícies de Palmas, S. Joaquim e outros locais mais restritos.

No inverno, ao mesmo tempo que as máximas diárias declinam sensivelmente, as mínimas, freqüentemente, descem a níveis muito baixos. Para se ter uma idéia de como é comum a ocorrência de mínimas diárias muito baixas teceremos a seguir algumas considerações a respeito da *média das mínimas*, da ocorrência de *noites frias e geadas* e da *precipitação de neve*.

Sobre a *média das mínimas diárias*, sua distribuição no espaço geográfico do Sul do Brasil acha-se representada na Fig. 14. Através desta *figura* verificamos que durante o inverno a média das mínimas diárias superior a 10,0°C ocupa uma pequena parcela do território regional: litoral, norte do Paraná e Vale do rio Uruguai. Ainda mais restritas são as áreas nas quais a média das mínimas é superior a 12,0°C: pequeno trecho do vale do Paranapanema e ao longo do litoral regional, mesmo assim, apenas em junho e agosto, uma vez que em julho a isoterma de 12,0°C aparece apenas no litoral do Paraná e Santa Catarina.

Como se depreende, índices relativamente baixos verificam-se até mesmo nas superfícies quase ao nível do mar sob forte influência moderadora do mar (baixadas litorâneas). No interior, sob menor influência marítima os índices são ainda bem inferiores, sendo tanto menores quanto maior a altitude do lugar. Na maior parte do Planalto Meridional predominam, em junho e agosto, índices de 8 a 6°C, decaindo para valores abaixo de 6°C nas áreas ou locais mais elevados desse Planalto, como é o caso das superfícies de Vacaria-Lajes-São Joaquim e de Palmas, enquanto que em julho, seu mês mais frio, os índices médios das mínimas diárias de 8 a 6°C se expandem por quase todo o planalto e toda a Campanha Gaúcha, ficando grande parte desse planalto com média das mínimas inferior a 6°C.

MÉDIA DAS MÍNIMAS DIÁRIAS

- INVERNO - (°C)

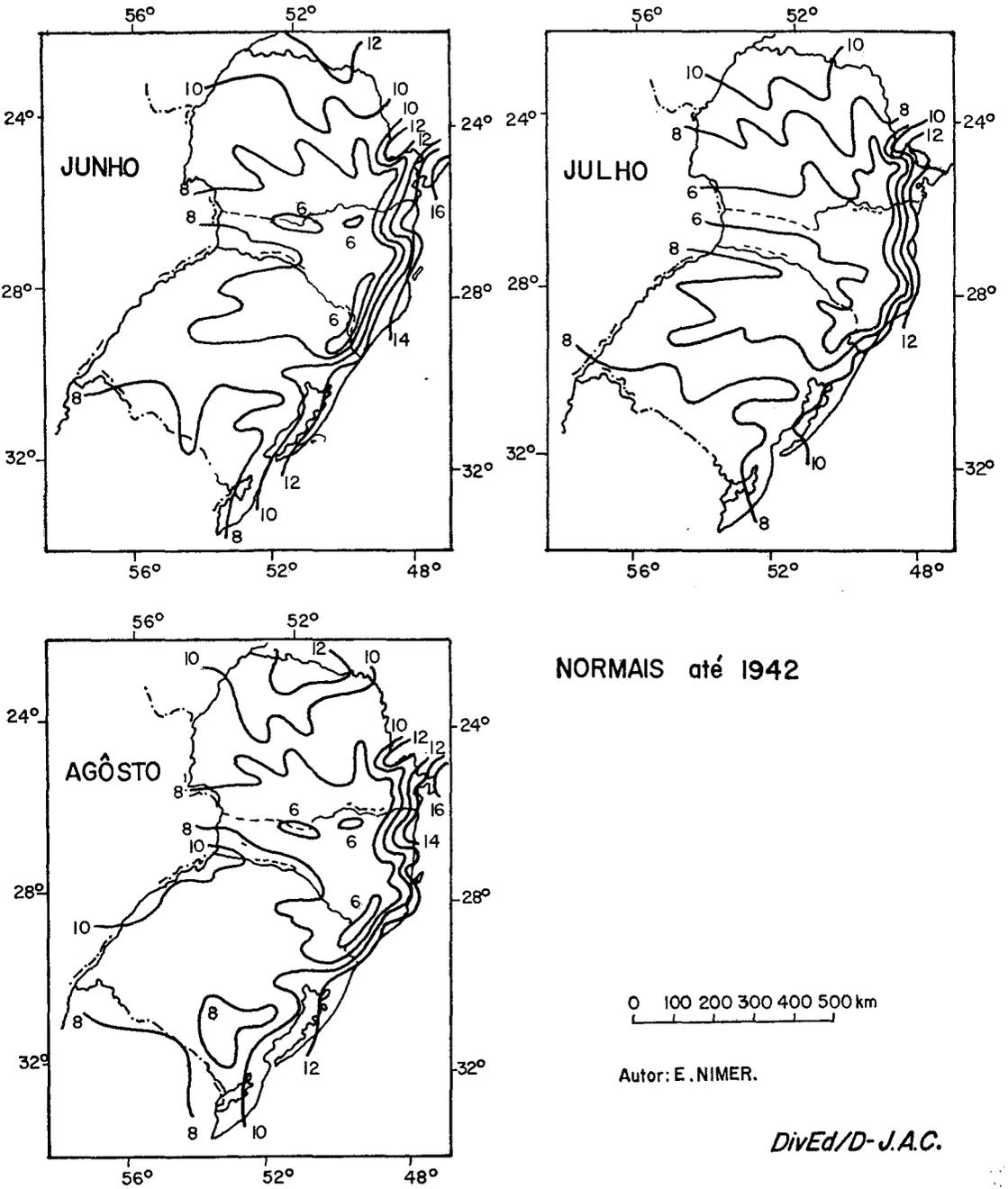


FIG.14

Estes índices de média das mínimas diárias no inverno pressupõem, por si só, que nesta estação as grandes quedas do termômetro na Região Sul é um fato não apenas característico mas sobretudo, muito comum. Com efeito, durante o inverno, freqüentemente o termômetro desce próximo a 0°C e, não raras vezes, êle cai a valores negativos, ou seja, abaixo de 0°C.

Em que tipo de tempo ocorre mais freqüentemente as mínimas diárias mais baixas? Na Região, como em quase todo o território brasileiro, as maiores descidas do termômetro se verificam após a passagem de uma *frente fria* de origem circumpolar (*correntes perturbadas de S*), quando então a Região fica 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 subtropical* do Atlântico Sul. Esta situação produz bom tempo sob regime de subsidência dêste anticiclone, a pressão se eleva, intensificam-se os ventos do quadrante norte (principalmente de NE) seguidos por um brusco e geral aquecimento (aquecimento pré-frontal). Com a chegada da *frente* sobre o lugar, a pressão cai, o céu torna-se completamente encoberto por nuvens de convecção dinâmica (cumulus e cumulonimbus), acompanhadas de trovoadas, ventos fracos a moderados (5 a 10 nós, geralmente) e chuvas mais ou menos pesadas. Imediatamente, após a passagem da *frente*, a pressão torna a subir levemente, a temperatura cai sob o vento frio que passa a soprar do quadrante sul, a chuva frontal termina, logo substituída por chuvas finas e leves, por vezes intermitentes e nevoeiro (primeira situação pós-frontal). ** Com céu ainda encoberto e presença do ar polar, resultam em fracas amplitudes térmicas diurnas, com máxima baixa e mínima ainda não muito baixa e umidade relativa em tôrno de 95% (ou até mais). Com a continuidade do avanço da frente, e conseqüente domínio do *anticiclone polar*, diminui a turbulência anterior, o ar torna-se seco e o céu limpo, quando então a intensa radiação noturna faz o termômetro descer ao seu nível mais baixo. Geralmente, nesse nível mínimo o termômetro não se mantém por mais de 2 dias, não só pela absorção do *anticiclone polar* por parte do *anticiclone subtropical*, como ainda, porque à sua retaguarda a massa polar é sugada para o sul, atraída por nova frontogênese na Argente (avanço de nova *frente fria*). A fraca ou inexistente nebulosidade concorre também para isso, uma vez que ela facilita o aquecimento solar que acaba com o fenômeno, retornando os ventos do quadrante norte do *anticiclone subtropical* com inversão térmica superior, continuando a estabilidade e tempo ensolarado, mas, agora, com temperatura em ascensão. Trata-se de novo aquecimento pré-frontal, prenunciando a chegada de nova *frente polar*.

Durante determinado ciclo de invasão de ar polar, iniciado com a chegada de *frente fria* e terminado com o retôrno do ar tropical, como o que acabamos de descrever, vimos que as mínimas diárias mais baixas são registradas sob o domínio direto da *alta polar* com tempo bom e

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

** As chuvas finas e intermitentes ocorrem imediatamente após a passagem da *frente* (na superfície) sobre o lugar. Os ventos que acompanham tais chuvas são denominados pela população regional de *minuano*. Tais ventos sopram geralmente com velocidade fraca a moderada, podendo atingir até 20 nós. Determinam tipos de tempo muito desagradáveis em virtude de seu alto índice de umidade relativa e pela queda de temperatura que êles provocam, principalmente no inverno, quando chegam a estar possuídos de temperatura inferior a 10°C. Quando o *minuano* conserva a temperatura de 2 a 3°C acima de zero êle recebe a denominação popular de *geadas de vento*. Trata-se de um nome impróprio uma vez que não se pode formar geada em temperaturas positivas, porém esta denominação designa os efeitos danosos produzidos nos cafezais pelos ventos polares frios e cortantes, de SE a SW, principalmente durante o período de formação do fruto (A. SERRA — 1957).

umidade relativa baixa. Nessas situações as noites são muito frias, uma vez que cessando a irradiação solar, a radiação noturna é fortemente ativada pela secura do ar. É nessas noites que se registram as mínimas mais baixas referidas, cujo nível mínimo se verifica, geralmente, pouco antes do sol nascer (no verão) ou poucos minutos depois do seu nascimento (no inverno).

No inverno, durante essas noites, não raras vezes o termômetro desce abaixo de 0°C. A Fig. 15, relativa à *ocorrência média de noites frias*, * demonstra êste fato.

A observação dêste mapa nos leva a salientar os seguintes fatos: 1.º) somente o norte do Paraná, a baixada litorânea e a depressão central do Rio Grande do Sul não possuem sequer 1 dia de noite fria em média durante o ano; 2.º) o efeito da *continentalidade* no rebaixamento das mínimas diárias é muito flagrante, uma vez que enquanto a baixada litorânea não possui sequer uma noite fria, os vales dos rios Paraná e Uruguai possuem um importante índice de ocorrência de noites frias; 3.º) a *latitude* é outro fator muito importante, pois que, nas vastas superfícies do Rio Grande do Sul, próximas ao nível do mar, a inexistência de uma noite fria sequer se verifica apenas no litoral (efeito moderador do mar) e na Depressão Central (efeito do aquecimento diabático de compressão); 4.º) finalmente o *relêvo*. Êste fator, através da variação de altitude é responsável pela maior ocorrência de *noites frias* sobre o planalto, no qual, as superfícies mais elevadas apresentam mais de 15 ocorrências diárias de *noite fria* durante o ano.

Tais ocorrências se verificam quase que exclusivamente nos meses de inverno (junho, julho, agosto), sobretudo em julho. Entretanto, nas superfícies elevadas do planalto a ocorrência de 0°C não é surpreendente mesmo no outono e primavera. **

Julgamos que a análise da temperatura no inverno até aqui focalizada é suficiente para se ter uma idéia satisfatória do caráter frio desta estação no Sul do Brasil. Contudo, não tanto para enfatizar êste caráter, mas principalmente com o objetivo de registrar o limite extremo de frio que esta Região está sujeita durante o inverno, teremos algumas considerações a respeito das temperaturas *mínimas absolutas* já registradas.

Observando o mapa de *temperatura mínima absoluta* (Fig. 16) constatamos que somente no litoral do Paraná e norte de Santa Catarina jamais se registrou temperatura negativa, *** enquanto que sobre o planalto a mínima absoluta já desceu abaixo de 4°C negativos, nas altitudes baixas, e abaixo de 8°C negativos nas altitudes elevadas. As mínimas absolutas mais importantes registradas, oficialmente, na Região Sul do Brasil são as seguintes:

Paraná { Guarapuava 8,4°C negativos em 31/7/55 — 1.116 metros
Palmas 10,0°C negativos em 10/7/33 — 1.090 metros

Santa Catarina { Valões 9,8°C negativos em 14/7/47 — 777 metros
Xanxerê 11,6°C negativos em 25/6/45 — 791 metros

R. G. Sul { S. Francisco de Paula 6,5°C negativos em 20/7/53 — 912 m.

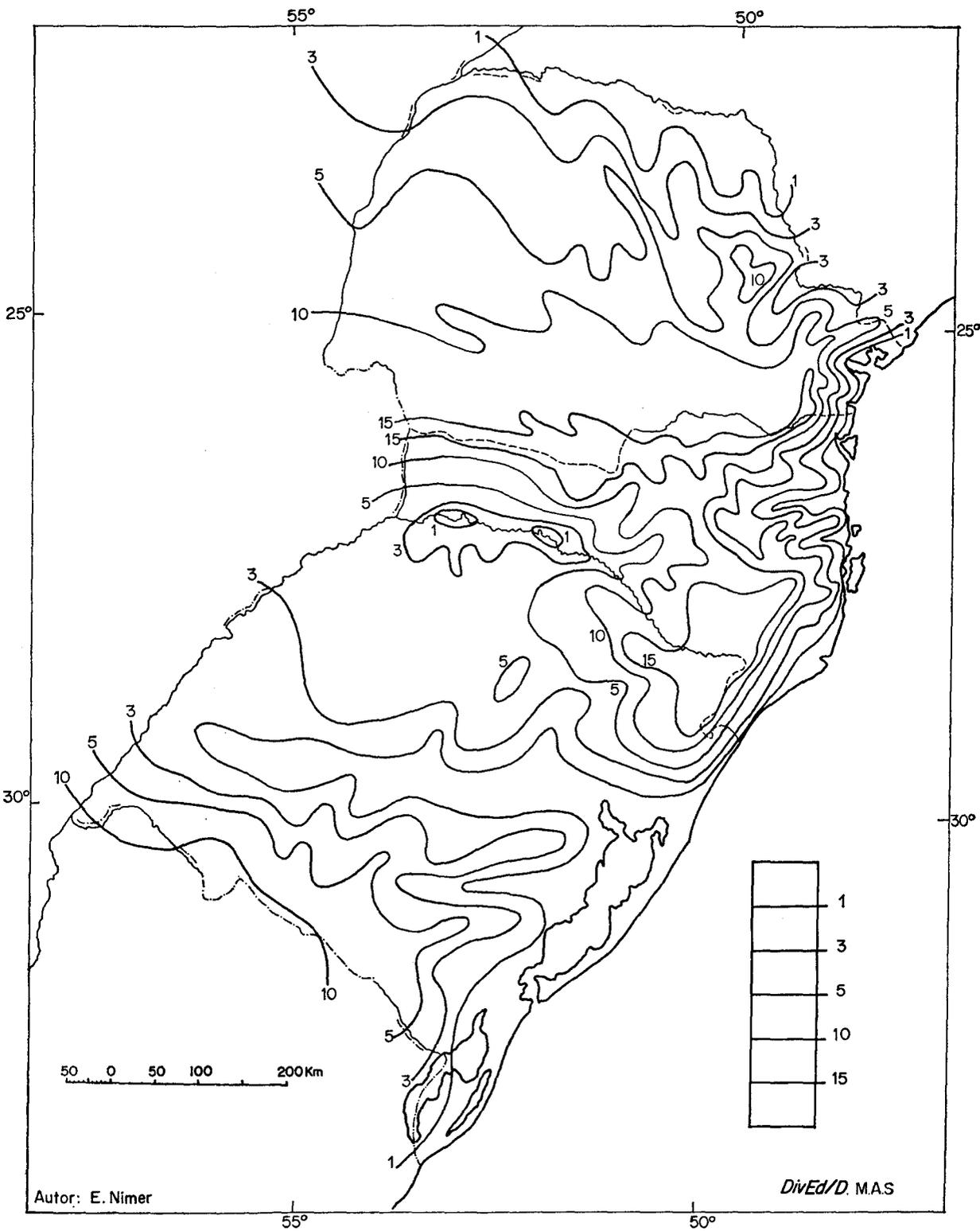
* A expressão *noite fria* que aqui empregamos possui uma conotação especificamente climatológica, designando as noites em que o termômetro desceu ao nível de 0°C ou abaixo dêste.

** O mapa de ocorrência média de *noites frias* (Fig. 15) não teve, na sua elaboração, a preocupação de se medir a influência do relêvo sobre as mínimas diárias $\bar{=}$ 0°C, a exemplo do que fôra feito em outros mapas térmicos.

*** As informações referentes a temperatura mínima absoluta compreendem as últimas quatro décadas anteriores a 1961.

OCORRÊNCIA MÉDIA DE NOITES FRIAS DURANTE O ANO

— NOITE FRIA $\geq 0^{\circ}\text{C}$ —



Autor: E. Nimer

DivEd/D. MAS

FIG. 15

Como se pode observar mais uma vez, não apenas a altitude e a latitude facilitaram a descida do termômetro durante a oscilação diária da temperatura, mas também o declínio da influência marítima. Este último fator explica porque Xanxerê cidade situada no oeste de Santa Catarina, em altitude e latitude inferiores a São Francisco de Paula (próximo do litoral do Rio Grande do Sul) possui, não obstante, mínima absoluta bem mais baixa.

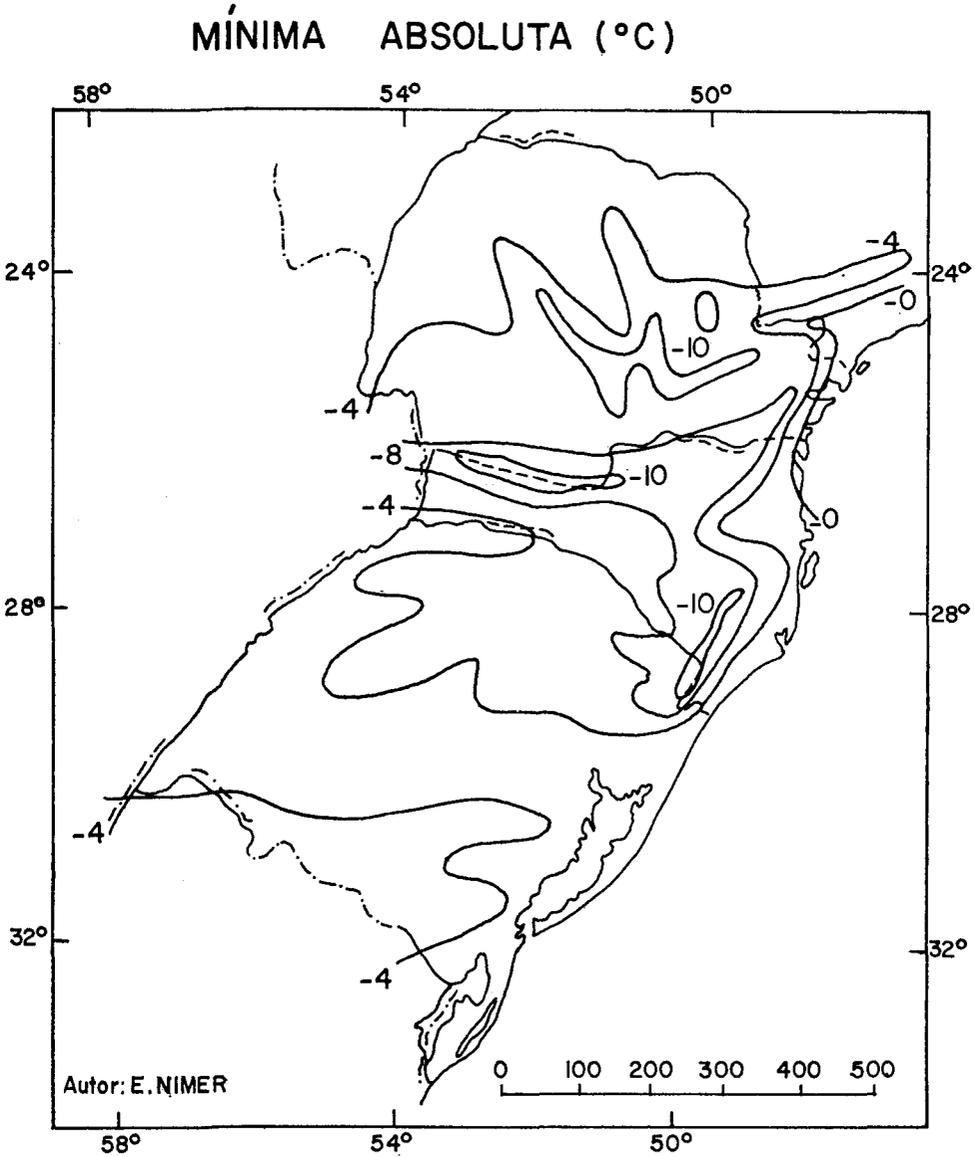


FIG- 16 *DivEd/D-J.A.C.*

A consequência climatológica mais importante destas fortes quedas de temperatura durante as noites é a ocorrência de *geada*, isto porque, assim como o orvalho, a geada ocorre sobretudo em noites de céu limpo de fraca umidade (as nuvens reduzem a queda de temperatura durante

a radiação noturna). Tais noites são típicas sob alta pressão de poderoso *anticiclone polar* que, como vimos, sucede à passagem de uma *frente fria*. *

Além disso, para que haja geada durante a noite é fundamental que a temperatura durante o dia, ou mais precisamente durante as primeiras horas da noite, seja relativamente baixa, somente assim a radiação noturna pode tornar o *ponto de orvalho* abaixo de 0°C no decorrer dessa mesma noite.

Por tudo isso o fenômeno da geada, quer *branca* quer *negra*, é muito comum na Região Sul do Brasil durante o inverno.

A geada *negra*, embora menos comum, é bem mais nociva às culturas, pois além dela ser mais intensa, nenhuma medida pode ser tomada em defesa das culturas neste caso, pois é o próprio ar que está com temperatura negativa e não apenas as superfícies expostas como se verifica na geada *branca*.

A geada *branca* além de ser menos intensa, uma série ou conjunto de medidas podem ser adotadas para evitá-las, pelo menos parcialmente (A SERRA, Op. cit. — 1957).

Contudo, tanto em relação à geada *branca* como à geada *negra*, existe uma série de medidas cuja adoção pode minimizar os efeitos danosos que estes fenômenos causam às culturas.

O mapa relativo à Fig. 17 representa a *média anual de ocorrência de geada*, isto é, a média do número de noites em que se verifica este fenômeno durante o ano.

Com o mesmo grau de importância que os fatores latitude, maritimidade e relevo exercem na distribuição das *noites frias*, exercem também na distribuição do número de ocorrência de *geada*:

— em função da variação da *latitude*, o norte do Paraná possui, em média, 3 a 5 dias de geada, enquanto que no extremo sul da Região (na Campanha Gaúcha) a ocorrência deste fenômeno varia de 20 a 30 dias;

— em função da influência moderadora do mar, em quase toda baixada litorânea o índice médio de ocorrência diária de geada não excede a mais de um dia durante o ano, enquanto que as áreas mais interiorizadas situadas pouco acima do nível do mar apresentam 5 a 10 dias de geada no norte do Paraná e 15 a 20 dias no sul do Rio Grande do Sul;

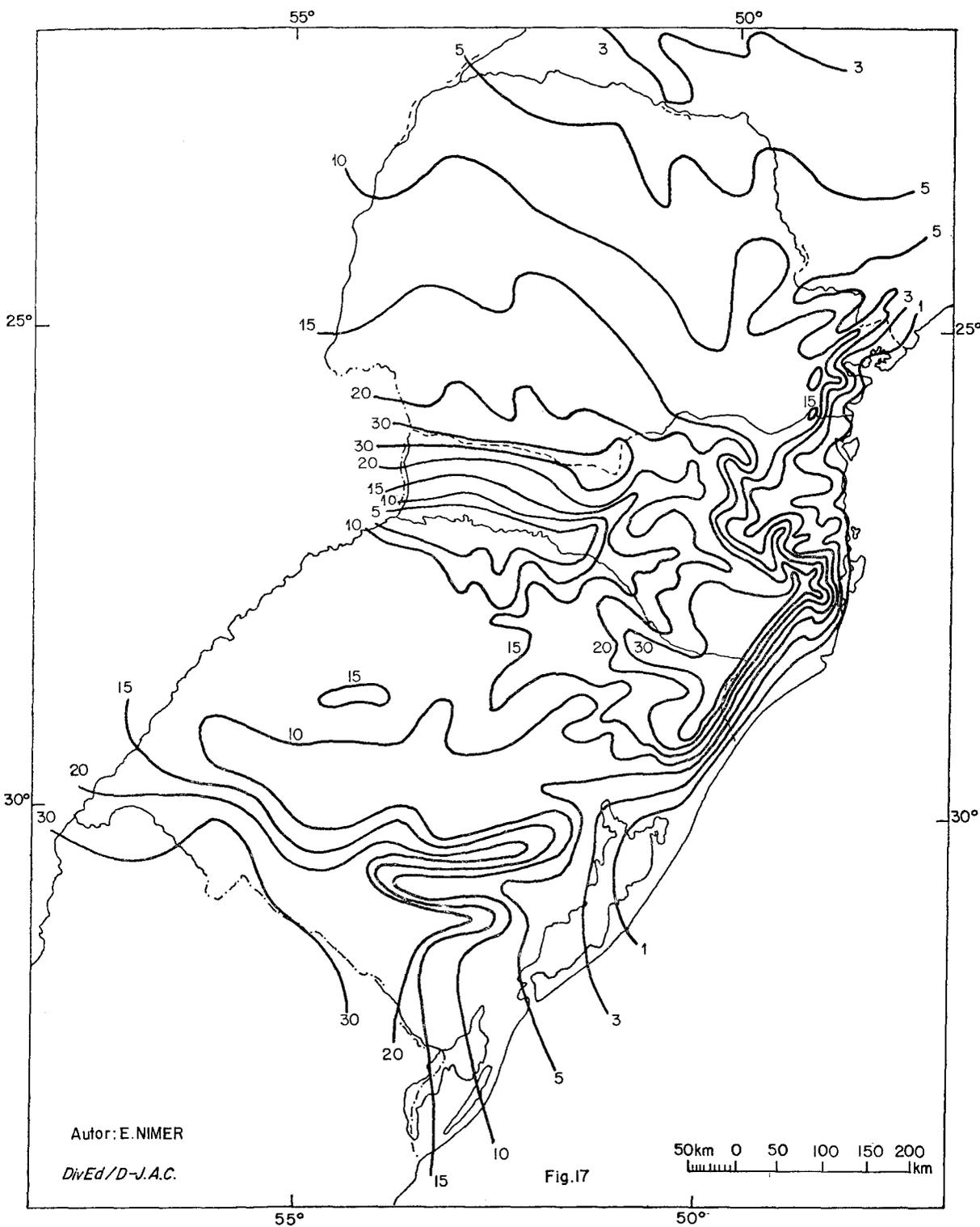
— o *relevo* em função da altitude e de suas irregularidades conduz a mais de 30 dias de geada nas superfícies mais elevadas do planalto, como é o caso da superfície de Palmas e de Vacaria-Lajes-São Joaquim (pelo

* Para melhor compreender a *geada* é necessário conhecer o *orvalho*. Este fenômeno consiste no aparecimento de pequenas gotas d'água que cobrem as superfícies expostas do solo, pedras, folhas, telhas, etc., provenientes da incidência do *ponto de orvalho* (condensação) na lâmina atmosférica inferior, abaixo de 0°C. Deste modo o vapor d'água sublimará em pequenos cristais de gelo, constituindo a *geada*.

Existe dois tipos de geada: *geada negra* e *geada branca*. Quando uma espessa camada de ar superficial alcançar seu ponto de orvalho abaixo de 0°C ocorre a *geada negra*, que faz congelar a água e os líquidos interiores das plantas, queimando folhas e talos. Deste modo, obstruídos os vasos, a seiva não pode subir e a árvore, ou arbusto, morre enegrecida. Se contudo, o ponto de orvalho do ar se mantiver acima de 0°C, mas as superfícies expostas caírem abaixo de 0°C o vapor d'água de uma fina lâmina atmosférica em contacto com o solo sublimará diretamente em cristais de gelo sem passar pela fase líquida do orvalho. Deste modo se verifica a *geada branca*.

OCORRÊNCIA MÉDIA DE GEADA

— NÚMERO DE VÊZES AO ANO —



resfriamento adiabático do ar), enquanto que a Depressão Central do Rio Grande do Sul possui no máximo 10 dias de geada, em média (pelo aquecimento adiabático).

Como se observa, o número de ocorrência diária de geada é bem superior ao de *noite fria*. Este fato é perfeitamente justificável uma vez que enquanto a incidência de *noite fria* está ligada à temperatura igual ou inferior a 0°C, a ocorrência de geada se verifica não apenas com temperatura negativa do ar (geada negra) mas, ainda, com temperatura do ar pouco acima de 0°C, desde que o resfriamento do solo desça abaixo de 0°C, determinando, como vimos, a geada *branca*.

Por este motivo, enquanto a frequência de *noites frias* incide quase que somente nos meses de inverno, a frequência de geada, embora apresente uma notável concentração no inverno, não raras vezes se verifica também em fins do outono e início da primavera e as áreas mais elevadas do Planalto Meridional estão sujeitas a este fenômeno desde o início do outono até o final da primavera, ficando apenas o verão normalmente isento dele. Por exemplo, Vacaria e Urubici, localidades situadas na superfície de Vacaria-Lajes-São Joaquim, possuem, em média, duas ocorrências de geada no mês de abril e uma no mês de novembro. *

Daí concluímos que:

— as *noites frias* são quase sempre noites de geada *negra*. Portanto, o mapa de *ocorrência média de noites frias* (Fig. 15) reproduz, aproximadamente, a média de ocorrência diária de geada *negra*;

— conhecendo indiretamente a frequência de geada *negra* (GN), ficamos igualmente conhecendo a frequência de geada *branca* (GB), bastando para isso subtrair do número *total* de geada (TG) o número correspondente à *noite fria* (NF), pois sendo $NF \cong GN$, conclui-se que $GB \cong TG - GN$. Assim sendo, fica confirmada a afirmativa da população regional de que a geada *branca* é bem mais freqüente que a geada *negra*;

— finalmente, deduz-se que no norte do Paraná o café é cultivado *contra todos os princípios ecológicos*, uma vez que esta área possui, em média, 1 a 3 dias de ocorrência de geada *negra* durante o ano. Essa propriedade é tanto maior quando sabemos que os índices de ocorrência acima citados correspondem a uma frequência *normal*. Nos invernos caracterizados por maior participação de *anticiclone polar* nos sistemas de circulação atmosférica do Sul do Brasil, o norte do Paraná fica ainda muito mais sujeito a este fenômeno, dos mais graves para a lavoura cafeeira, fenômeno este que, como vimos, embora possa ser previsto, não pode ser evitado.

Para finalizar o estudo sobre a temperatura e outros fenômenos climáticos a ela diretamente ligados teceremos a seguir algumas considerações sobre a *precipitação de neve*.

Embora na maior parte da Região Sul do Brasil este fenômeno seja muito raro, sua ocorrência não constitui nenhuma anormalidade. Com

* A incidência de geada no verão é raríssima. De 1923 a 1941, houve geada 2 vezes em dezembro, 2 vezes em fevereiro e 1 vez em janeiro, na localidade de Palmas, situada a 1.090 metros de altitude.

efeito, nos últimos 40 anos quase tôdas as localidades situadas acima de 800-600 m no Paraná, 600-400 m em Santa Catarina e 400-200 m no Rio Grande do Sul assistiram algumas precipitações de neve, por mais raras e pouco intensas que foram.

Como se observa, a ocorrência de nevada no Sul do Brasil não está ligada apenas às latitudes médias, mas também a existência do Planalto Meridional. A importância dêste planalto para a ocorrência de nevada nessa Região pode ser avaliada levando-se em conta que nas planícies dos pampas uruguaios e argentinos, situadas próximo ao nível do mar, o fenômeno de precipitação de neve é bem mais raro do que no Planalto Meridional do Brasil, embora aquelas planícies estejam situadas em latitudes bem mais elevadas. É bem verdade que na maior parte dêste planalto não se verifica um dia de nevada, em média, durante o ano. Em determinado ano ocorre mais de 1 dia de nevada, e até mesmo 3 ou 4 dias, em contrapartida, transcorrem vários anos consecutivos sem 1 ocorrência sequer. Entretanto, nas superfícies mais elevadas dêste planalto, quer no Rio Grande do Sul quer em Santa Catarina, a ocorrência de nevada durante o inverno, embora ainda não seja comum, não é contudo, uma raridade, havendo um dia de nevada, em média, para cada inverno.

Para melhor compreender a importância dêste planalto na formação de nevada, torna-se necessário conhecer como êsse fenômeno se processa no Sul do Brasil: vimos que imediatamente após a passagem de uma *frente polar* sôbre o lugar, as chuvas mais ou menos pesadas são seguidas por chuvas finas, intermitentes e nevoeiro, sob ação de ventos frios denominados regionalmente de *minuano*. Quando tais correntes perturbadas de S atingem as planícies da Campanha Gaúcha e do vale do rio Uruguai com temperatura pouco acima de 0°C, para galgar o planalto elas perdem temperatura pelo gradiente adiabático de expansão, de modo que ao alcançar as superfícies elevadas dêste planalto o ponto de orvalho cai abaixo de zero e, ao invés de chuva, estas *correntes perturbadas* provocam precipitação de neve. Exclarecemos, contudo, que para a massa de ar polar invasora estar possuída de temperatura pouco acima de 0°C antes de começar a galgar o Planalto Meridional, sômente é possível nas ocasiões em que o *anticiclone polar* é dos mais poderosos dentre os mais poderosos que costumam invadir o território brasileiro durante o inverno.

Esta é a razão porque a superfície de Vacaria-Lajes-São Joaquim, situada no extremo sul dêste planalto, justamente em seus níveis mais elevados, contitui-se na área onde o fenômeno de precipitação de neve é mais importante. Nessa área a incidência de nevada não apenas é mais freqüente (3 dias de nevada, em média, por ano) como ainda é mais intensa. Nas últimas décadas, numerosas vêzes a nevada foi tão intensa que cobriu quase completamente as superfícies expostas do solo, da vegetação, dos telhados das casas e, nas estradas, o tráfico de veículos ficou impedido pelo acúmulo de neve, de até 50 cm aproximadamente. Entretanto, como a nevada nessas áreas é de pouca duração (1 dia ou no máximo 2 a 3 dias) elas não chegam a formar gelo. Além disso, em virtude dela se verificar com temperatura negativa próxima de 0°C, logo que ela cessa de cair, a temperatura se eleva ligeiramente acima de 0°C, pondo-a imediatamente a derreter-se. Contudo se sua ocorrência for seguida por *noite fria* com calmaria e sem nebulosidade a geada só permitirá o derretimento da neve no dia seguinte após o nascer do sol.

Unidade IV — O sul do Brasil é uma região de pouca diversificação climática, nela destaca-se o clima mesotérmico superúmido do tipo temperado*

Pela sua posição entre as latitudes médias da zona subtropical, quase toda Região Sul do Brasil possui *clima temperado*. Este opõe-se aos climas tropicais pela circulação atmosférica freqüentemente perturbada pela passagem de *grandes descontinuidades* de origem circumpolar (FP) em qualquer época do ano, sucedidas por ondas de frio do sistema anticiclônico móvel de origem polar. Essas constantes invasões em qualquer época do ano, determinando bruscas mudanças de tempo, constitui o traço climático unificador do Sul do Brasil.

Com efeito, durante todo ano qualquer parte da Região Sul é constantemente submetida a mudanças de tempo, os quais, podem ser agrupados em quatro tipos principais: a) *tempo estável com temperatura mediana a elevada*, sob domínio do *anticiclone subtropical* do Atlântico Sul com ventos do quadrante norte; b) este quadro é regularmente substituído por *tempo instável de chuvas mais ou menos pesadas* que acompanham a passagem de *frente fria* em fase de oclusão, com ventos geralmente fracos a moderados rodando em várias direções, sucedidos imediatamente por chuvas finas e intermitentes, forte umidade relativa e nevoeiro sob ação de ventos frios do quadrante sul (*correntes perturbadas de S*) que provocam rápido declínio de temperatura; c) finalmente retorna o *tempo estável*, mas agora, sob o domínio do *anticiclone móvel polar* o qual, traz tempo ensolarado, umidade relativa muito baixa, aprofundamento do termômetro, calma e, por vezes, geada. Com o desaparecimento do *anticiclone polar*, este último tipo de tempo é substituído pelo primeiro acima descrito, recomeçando novo ciclo. Este ciclo somente é interrompido com a chegada de *linhas de instabilidade tropicais* (IT) que, como vimos, trata-se de outro sistema de circulação,

* Antes de passarmos às diferentes categorias de climas torna-se indispensável alguns esclarecimentos. A exemplo do que fizemos para outras regiões geográficas 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. Dêsse 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 nessa pesquisa usamos do critério de KÖPPEN 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 a determinação de mês seco, bem como as 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 com o critério livre para o qual selecionamos os aspectos e os índices que consideramos expressivos na climatologia da Região Sul. 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-úmidos* (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* ou *subdesértico* (com 11 meses secos) e *desérticos* (com 12 meses secos), está baseada na relação existente entre esta seqüência e a vegetação natural no Brasil. No Brasil — com exceção de algumas áreas da 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 predominantemente arbórea ou de transição; as de 7 a 8 meses secos, à caatinga predominantemente arbustiva; e a de mais de 9 meses, à 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. Dêle deriva o conceito de *climas tropicais*, *temperados*, etc.

originário da zona intertropical, as quais trazem, também, *tempo instável*, porém, com chuvas esparsas, mais ou menos pesadas, de forte concentração no tempo e no espaço, sem grande declínio de temperatura. Este tipo de tempo sucede quase sempre ao tempo estável e quente motivado pelo domínio do *anticiclone subtropical*. É tanto mais comum no Paraná, mesmo assim, quase exclusivo do verão (tempo instável de “chuvas de verão”).

Portanto, *quase toda Região Sul do Brasil possui clima caracteristicamente do tipo temperado* — Pelo menor número de invasões de *frente fria* e menor participação de *anticiclone polar*, determinando um sensível declínio de chuvas e aumento de temperatura no inverno, e ainda, pela maior concentração pluviométrica no verão, devido ao acréscimo de chuvas de IT, *somente o norte do Paraná possui clima tropical*.

Destas condições resultam as características fundamentais dos climas da Região Sul do Brasil, cuja descrição e análise serão sucintamente salientadas a seguir.

Os fatores *estáticos*, pela simplicidade das formas do relevo da Região Sul e pelo seu balizamento na zona temperada, sem se estender muito para o sul e sem se afastar muito da orla marítima, não criam condições muito favoráveis à diversificação climática nesta Região. Desta maneira, *a tendência à uniformidade e unidade climáticas, determinada pelos fatores dinâmicos*, prevalecem sem notáveis interferências dos fatores *geográficos*, o que *torna o espaço geográfico da Região Sul do Brasil, de certa forma, homogêneo e uniforme*.

Contudo, tanto a homogeneidade como a uniformidade climática desta Região não devem ser interpretada como absoluta, mas tão somente em relação às demais regiões geográficas do Brasil. Mesmo sem recorrer a critérios da microclimatologia ou, até mesmo, preocupar-se profundamente com as diferenciações locais, a aplicação de um critério classificatório de caráter amplo, como é o objetivo desta *unidade* de trabalho, é o suficiente para se reconhecer que na Região Sul do Brasil existem algumas áreas, entre as quais as distinções climáticas são bastante notáveis. Além do que, pela leitura das *unidades II e III*, o leitor poderá reconhecer que no interior de cada variedade climática existem diferenciações cuja importância não devem passar despercebidas.

Como vimos, é muito importante a variação de temperatura na Região Sul, no tempo e no espaço, mormente se considerarmos a distribuição das máximas e das mínimas diárias. Da importância destas decorre uma notável diferenciação das médias mensais, também no tempo e no espaço. Por isso, cabe às variações térmicas o papel mais importante na diversificação climática nesta Região.

Quanto ao *comportamento térmico* devemos reconhecer pelo menos 3 categorias ou domínios climáticos: a de *clima subquente*, a de *clima mesotérmico brando* e de *clima mesotérmico médio* (Fig. 18).

Clima subquente — Neste clima nenhum mês apresenta temperatura média inferior a 15°C, oscilando o mês mais frio entre 18° e 15°C.

Compreende: o norte e oeste do Estado do Paraná, ou seja os vales dos rios Paranapanema e Paraná e seus afluentes, onde seu limite acompanha as seguintes curvas altimétricas: 250 a 350 m a oeste e 350 a 600 m ao norte; o vale do Ribeira do Iguape, abaixo de 500 m aproximadamente; e a estreita faixa litorânea, do Paraná ao Sul de Santa Catarina, limitada pela curva altimétrica de 500 a 400 m no Paraná e de 400 m até

ao nível do mar em Santa Catarina. * Perfaz 15,27% do território da Região Sul, assim distribuídos: 13,84% no Paraná e 1,43% em Santa Catarina.

Nestas áreas, a grande freqüência de temperaturas elevadas no *verão* torna esta estação quente, com média de janeiro entre 26 e 24°C, enquanto que as raras ocorrências de mínimas diárias próximas a 0°C tornam o *inverno ameno*, com temperatura média do mês mais frio superior a 15°C. Daí decorre que estas áreas possuem a temperatura média anual mais elevada da Região Sul, superior a 20°C.

Tais condições, estas áreas devem a um conjunto de fatores: latitudes próximas ao trópico e altitudes próximas ao nível do mar, para todas as áreas *subquentes*, e menor participação de massa polar na área subquente do norte do Paraná.

Apesar da identidade fundamental dessas áreas *subquentes*, é possível reconhecer entre elas certas diferenças importantes, quanto ao regime térmico anual: o oeste paranaense, em virtude da menor influência marítima, possui maior variação térmica anual, com verão mais quente (vide média das máximas — Fig. 11) e inverno mais frio (vide média das mínimas — Fig. 14), enquanto que na área litorânea a diferença das condições térmicas entre o verão e o inverno é menos importante, em virtude da ação moderadora da forte influência do mar.

Entretanto, quer numa como noutras áreas, o inverno é ameno e esta é a característica geral mais importante, uma vez que dela resulta o clima subquente na Região Sul. Este clima, que tão bem exprime o caráter de transição entre o clima *tropical quente* das latitudes baixas do Brasil e o clima *temperado mesotérmico* das latitudes médias da Região Sul, domina grande parte da Região Sudeste do Brasil. Sua ocorrência na Região Sul nada mais é do que um prolongamento climático da Região Sudeste na Região Sul.

Clima mesotérmico brando — Excluindo as áreas *subquentes*, quase todo território restante da Região Sul está compreendido nos limites do clima *mesotérmico brando*. Este clima domina a maior parte do Rio Grande do Sul, abarcando 81,69% do espaço geográfico da Região Sul, assim distribuídos: 21,24% no Paraná, 13,52% em Santa Catarina e 46,93% no Rio Grande do Sul.

Enquanto a altitude exerce um papel muito importante na ocorrência deste clima no Estado do Paraná, em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul sua ocorrência se deve unicamente à posição destes Estados em latitudes subtropicais, constantemente sujeitas a invasão de *massas frias* de origem polar. Com efeito, enquanto no Paraná este clima aparece acima de altitudes não muito elevadas, e em Santa Catarina quase ao nível do mar, no Rio Grande do Sul seu aparecimento se verifica ao nível do mar.

O inverno, neste clima, é bastante sensível e possui pelo menos um mês com temperatura média inferior a 15°C. Entretanto, em função das variações de latitude e da altitude, principalmente deste último fator, no interior deste tipo climático existem importantes diferenciações no que diz respeito à temperatura, quer no verão quer no inverno. Numa delas existe pelo menos um mês com temperatura média inferior a 15°C, porém em nenhum mês ela está abaixo de 13°C. Estas áreas compreendem, aproximadamente, 60% do território mesotérmico brando, enquanto que nos 40% restantes, todos os meses do inverno (ou pelo me-

* Para melhor precisão das áreas de ocorrência deste domínio climático considerado pela temperatura, recomendamos a observação da Fig. 13, na qual estão traçadas as isoterms de 15° e de 10°C, as quais limitam as principais categorias climáticas quanto à temperatura.

nos 2 meses) possuem temperatura média inferior a 15°C e, pelo menos um desses meses possui temperatura inferior a 13°C. O limite entre essas duas áreas é dado, pois, pela isoterma mensal de 13°C para o mês mais frio do ano.

Enquanto na *primeira área* as grandes descidas diárias do termômetro não são muito comuns, na *segunda área*, além delas serem bem mais frequentes, não raras vezes o termômetro desce a níveis negativos durante o inverno. Conseqüentemente, enquanto na *primeira área* o índice médio de ocorrência de geada gira em torno de 15 dias ao ano, no máximo, na *segunda área* este índice chega ao máximo de 30 dias aproximadamente.

Enquanto na *primeira área* o inverno, apesar de ser muito sensível, é *pouco vincado*, na *segunda área* esta estação é sem dúvida *acentuadamente fria*. Na *primeira*, o clima *mesotérmico*, além de possuir um *inverno pouco vincado*, seu *verão* é ainda *quente*, uma vez que nêle, embora as máximas diárias e médias mensais sejam inferiores às do *clima subquente*, a média mensal de janeiro, seu mês mais quente, mantém-se acima de 22°C. Na *segunda área* as altitudes mais elevadas não permitem, geralmente, sequer um mês com temperatura média superior a 22°C, e suas máximas diárias mantem-se em níveis relativamente baixos durante todo o verão e, só raramente, o termômetro sobe acima de 30°C.

Em suma, no clima *mesotérmico brando* o inverno é muito sensível, entretanto *pouco vincado* na primeira área e *acentuado* na segunda. Contudo, são as temperaturas do verão que tornam essas duas áreas mais distintas. Esta estação, sendo *quente* na *primeira área* e *branda* na *segunda*, torna muito importante a amplitude térmica anual na *primeira área*, enquanto que na segunda as altitudes relativamente elevadas, não permitindo temperaturas muito elevadas no verão, tornam a amplitude térmica de importância secundária.

Finalmente, chamamos atenção para o limite do *clima mesotérmico brando*: a isoterma de 15°C (limite entre os climas *subquente* e *mesotérmico brando*) se relaciona com a isoterma anual de 20°C. De fato, sobrepondo a Fig. 9 à Fig. 13 veremos que as cotas altimétricas por onde passam estas isotermas são aproximadamente as mesmas, na maioria das vezes.

Clima mesotérmico médio — Este clima aparece acima das cotas altimétricas de 1.300 metros no Paraná, entre 1.300 a 1.200 m no norte de Santa Catarina, entre 1.200 a 1.100 m no sul de Santa Catarina e entre 1.100 a 1.000 m no norte do Rio Grande do Sul. Compreende apenas 3,04% do território da Região, assim distribuídos: 0,33% no Paraná, 2,04% em Santa Catarina e 0,67% no Rio Grande do Sul.

Como se vê apenas em Santa Catarina este tipo climático ocupa uma área importante, uma vez que dos 17.063 km² ocupados por este clima na Região Sul, 11.471 km² estão situados em Santa Catarina.

Estando este tipo climático relacionado às cotas altimétricas mais elevadas da Região, compreende-se porque sua ocorrência se esparsa em numerosos pequenos locais montanhosos, geralmente despovoados, acima da superfície do planalto. Entretanto, duas áreas de ocorrência deste tipo climático merecem destaque pela sua extensão territorial e pelo povoamento nêle existente. Trata-se da superfície da Chapada de Palmas e da Chapada de Vacaria-Lajes-São Joaquim.

Neste clima há, pelo menos, um mês com temperatura média inferior a 10°C. No sul do Brasil êle se caracteriza por possuir inverno acentuado, cujo frio é uma constante dia e noite, e verão cujo calor é praticamente ausente, pelo efeito da altitude.

Resulta daí que em tais áreas a amplitude pluviométrica é menos importante do que as verificadas nas superfícies baixas da Região Sul. Resulta ainda que a temperatura média anual é muito baixa, situando-se entre 12 a 14°C nas superfícies de Palmas e de Vacaria-Lajes-São Joaquim. Mesmo assim, enquanto o verão, nestas áreas, caracteriza-se por temperaturas muito amenas, o inverno é caracterizado por constante e acentuado frio. Com efeito, a média do mês mais quente (janeiro) oscila em torno de 20°C, a média das máximas diárias, em torno de 26°C, e a máxima absoluta jamais ultrapassou 34°C. No inverno, entretanto, o termômetro cai diariamente a níveis próximos de 0°C. Por este motivo a média das mínimas diárias mantém-se abaixo de 6°C durante todo o inverno; o número de noites frias é de 10 a 15 ocorrências no Paraná e 15 a 20 em Santa Catarina e Rio Grande do Sul; e a nevada, embora não seja um fenômeno muito comum, não constitui uma raridade como acontece nas áreas de clima *mesotérmico brando*. Decorre daí que o inverno, nestas áreas de *clima mesotérmico médio*, possui média térmica inferior a 10°C, pelo menos em julho, seu mês mais frio.

Outra característica do inverno nestas áreas mesotérmicas de caráter médio reside no fato de que esta estação costuma extravassar o trimestre junho-julho-agosto e se impor de abril a outubro. Por este motivo são muito grandes os índices de frequência de geada durante o ano, elevando-se próximo a 40 dias de ocorrência.

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

Cêrca de 88,53% do Sul do Brasil possui *clima superúmido* sem sequer um *mês seco*, normalmente. Compreende a totalidade territorial dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina e 67,62% do Estado do Paraná. A grande extensão ocupada por este tipo climático, onde normalmente não se verifica nem mesmo uma tendência à existência de uma estação seca, constitui-se numa das características que mais contribui para a unidade climática desta Região.

A ausência de seca climática nesta vasta área se deve não apenas à existência de elevados totais pluviométricos em cada mês, mas também à notável frequência de dias de chuva em todos os meses. Essa notável frequência de chuvas é uma decorrência da notável regularidade semanal de invasão de *correntes perturbadas* de S. Por isso todo este tipo climático está relacionado com o *clima temperado*, e quase todo êle é *mesotérmico*.

Enquanto quase 90% da Região Sul possui clima *superúmido sem um mês sequer seco*, apenas uma diminuta área do noroeste do Estado do Paraná (7,51% do Estado do Paraná e 2,66% da Região Sul) possui, no seu regime de distribuição de chuvas durante o ano, um período seco. Entretanto, este período é tão curto (1 a 2 meses) que é forçoso falar em "*estação seca*".

Sua incidência é uma decorrência da vinculação desta área ao *clima tropical semi-úmido* do Brasil Central, cujo regime anual de chuvas se caracteriza, sobretudo, por possuir uma notável concentração de chuvas de IT (*correntes perturbadas* de W) no verão, enquanto que o inverno, pela ausência (ou quase) das mesmas — não compensado pelas raras invasões de *frente polar* (*correntes perturbadas* de S) — é fortemente marcado pela seca. Entretanto, no noroeste do Paraná o período

sêco, além de ser, geralmente, muito curto, é de fraca intensidade, porque aí a ausência de chuvas de IT no inverno é parcialmente compensada pelas sucessivas invasões de FP, porém não o suficiente para evitar forte declínio de precipitações pluviométricas no inverno (junho e julho, principalmente) por causa do declínio de invasões de *frente polar* nesta área do interior norte do Sul do Brasil (vide Fig. 3).

Daí resulta que o clima desta pequena área é *úmido com 1 a 2 meses secos* no inverno. Por isso mesmo, este tipo climático está totalmente compreendido no interior do *clima tropical subquente*.

Entre esta área de *clima úmido de 1 a 2 meses secos* e o clima *superúmido sem seca* aparece um *corredor*, onde o decréscimo de precipitação no inverno, embora seja bem marcante, não chega a definir um período sêco bem caracterizado, porém o suficiente para tornar *subseca* esta estação. Assim como o clima *úmido de 1 a 2 meses secos*, o clima *superúmido com subseca* está totalmente vinculado ao *clima tropical subquente*.

Neste ponto queremos chamar atenção para o seguinte fato; enquanto no clima *úmido com um curto período sêco* ou no *superúmido com subseca*, a altura total da precipitação média varia espacialmente muito pouco, de 1.100 a 1.600 mm, no interior da vasta área de clima *superúmido sem seca* a acumulada anual apresenta diferenças espaciais muito importantes, levando-se em conta que esta área está enquadrada no mesmo tipo climático. Assim é que, enquanto quase todo o litoral das restingas gaúchas possui menos de 1.250 mm (S. Vitória do Palmar: 1.140 mm), no oeste de Santa Catarina a altura anual da precipitação ultrapassa 2.000 mm (Xanxerê: 2.390 mm). As razões desta variação já foram analisadas na *unidade II*.

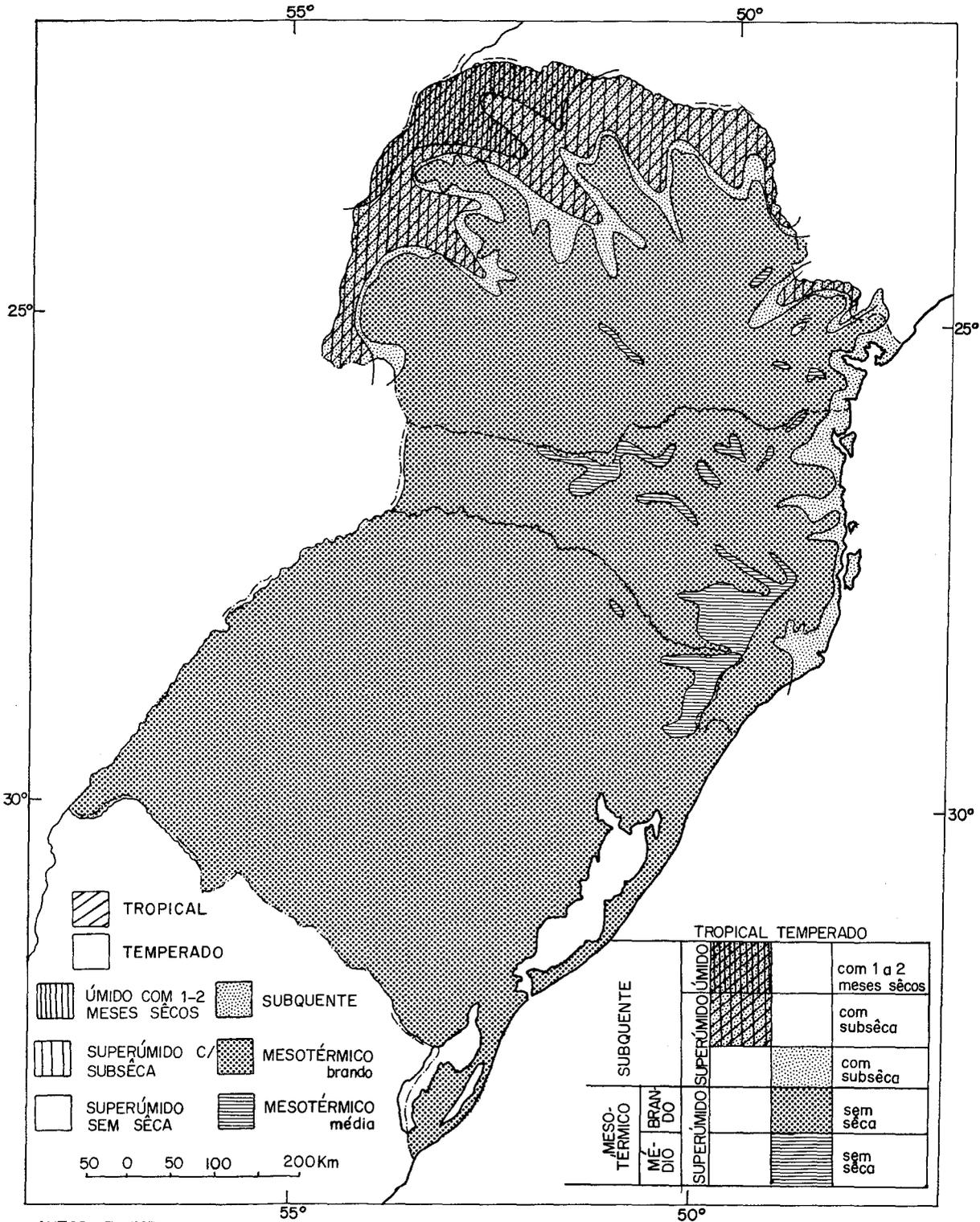
Outro critério específico de classificação climática utilizado neste trabalho refere-se ao *ritmo ou marcha estacional da precipitação*.

Vimos (na *unidade II*) que em quase todo o território regional do Sul do Brasil o ritmo estacional da precipitação se caracteriza pela distribuição quase equitativa. Entretanto, esta distribuição é equitativa apenas em termos de *normais*. Se observarmos a maneira pela qual a pluviosidade se apresenta ao longo de cada ano, verificaremos que nem sempre ela é equitativa. De fato, em certos anos existe importante concentração estacional, porém, ao contrário das regiões de clima *tropical e equatorial*, no Sul do Brasil é praticamente impossível prever, pela climatologia, a época ou trimestre do ano em que as máximas ou mínimas concentrações irão se verificar. Esta distribuição *normalmente* equitativa, porém *sujeita a concentrações estacionais* extremamente *irregulares* em determinados anos é típica das regiões de clima temperado.

Entretanto, no Estado do Paraná o ritmo estacional de precipitação apresenta uma tendência de concentração máxima no verão, época geralmente do máximo pluviométrico mensal, enquanto que no inverno há um sensível declínio de pluviosidade, época, geralmente, do mínimo pluviométrico mensal. No sul deste Estado, esta tendência é muito pouco sensível, porém no norte e oeste ela se torna muito marcante onde, então, o ritmo estacional apresenta característica muito mais tropical do que de clima temperado, apesar de aí prevalecer ainda o regime anual de chuvas bem distribuídas.

Neste ponto queremos lembrar que no interior dessa vasta área de clima cujo ritmo anual é tipicamente temperado, existem áreas cujo ritmo, embora ainda temperado, apresenta uma *tendência ao ritmo mediterrâneo*. De fato, à medida que avançamos para o extremo sul da

DIFERENCIAÇÕES CLIMÁTICAS



AUTOR : E. NIMER
DivEd/D

FIG. 18

Região o ritmo estacional da precipitação vai se tornando cada vez mais sujeito à ocorrência de máxima no inverno e mínima no verão. Na metade oriental do Rio Grande do Sul esta tendência chega a emprestar ao clima dessa área duas faces distintas: na maioria dos anos as chuvas são bem distribuídas caracterizando um *clima temperado*, porém em determinados anos o verão é pouco chuvoso e o inverno é muito úmido, caracterizando um *clima mediterrâneo*.

Finalmente, *considerando em conjunto* os regimes térmico e pluviométrico, ou seja, *sobrepondo* a Fig. 13 (média térmica de julho — mês mais frio) à Fig. 6 (os 3 meses menos chuvosos, com determinação ou não de *estações secas* ou *subsecas*) e submetendo-as às condições da *marcha ou ritmo estacional da precipitação*; aos *sistemas de circulação atmosférica*; e às *influências dos fatores geográficos* representados, sobretudo pelo relêvo, chegamos ao seguinte quadro climático na Região Sul:

DOMÍNIO CLIMÁTICO	SUBDOMÍNIO CLIMÁTICO	VARIEDADE CLIMÁTICA*	TIPO
SUBQUENTE.....	Úmido Superúmido Superúmido	Com 1 a 2 meses secos	Tropical
		Com subseca	Tropical
		Sem seca	Temperado
MESOTÉRMICO {	Superúmido	Sem seca	Temperado
		Médio.....	Superúmido

* Nas últimas páginas desta unidade IV aparecem alguns gráficos ombrotérmicos representativos de algumas das diversas variedades climáticas que compõem o quadro climático da Região Sul (Figs. 19-1 à 19-6).

CONCLUSÕES GERAIS

1) O Sul do Brasil é uma região das mais uniformes e de maior grau de unidade climática. Sua uniformidade é expressa pelo predomínio do clima *mesotérmico, superúmido, sem estação seca*, e sua unidade pelo ritmo climático característico de regiões *temperadas*.

2) Tanto a uniformidade como a unidade são dadas pelos *fatores climáticos dinâmicos*, uma vez que o Sul do Brasil é uma região de passagem da *frente polar em frontogênese*, o que torna esta Região constantemente sujeita a bruscas mudanças de tempo pelas sucessivas invasões de tais fenômenos *frontogenéticos*, em qualquer estação do ano. Os *fatores geográficos*, representados, sobretudo, por um relêvo de formas simples, não criam grandes interferências àquelas características impostas pelos fatores dinâmicos.

3) O Sul do Brasil é privilegiado pela altura e regime anual da precipitação pluviométrica, uma vez que êle se constitui numa das regiões do mundo mais bem regadas por chuvas. Além de ser importante a acumulada anual, seu regime de distribuição estacional se faz *normalmente* de forma extraordinariamente equitativa na maior parte de seu território. Somente o norte e o oeste do Paraná constituem excessões. Aí o regime de chuva se liga ao ritmo tropical que determina um curto período seco ou subseco no inverno.

4) O caráter *temperado* do clima do Sul do Brasil confere a esta Região uma importante *oscilação térmica* ao longo do ano: geralmente seu inverno é frio e seu verão é quente. Apenas o norte do Paraná e o litoral do Paraná e Santa Catarina possuem inverno ameno, enquanto que as superfícies elevadas do Planalto possuem verão brando.

5) Em quase todo território regional existe pelo menos um mês com temperatura média inferior a 15°C e em quase 50% dêle o mês mais frio desce abaixo da média de 13°C. Sômente o norte do Paraná e a baixada litorânea não estão, normalmente, sujeitos a *temperaturas negativas* no inverno. Destas duas áreas apenas a baixada litorânea, de Pôrto Alegre para o norte, não possui mais de um dia de *geada*, em média, durante o ano, enquanto que sôbre o planalto a frequência dêste fenômeno é extraordinária durante o inverno.

6) Em contrapartida, excluindo as superfícies mais elevadas do planalto, é comum a ocorrência de *forte calor durante o verão*, quando se registram temperaturas em tôrno de 40°C. Nessas áreas, o vale do Uruguai e a Depressão Central já registram as máximas diárias mais elevadas do Brasil, acima de 42°C.

7) Nas regiões tropicais do Brasil a variabilidade pluviométrica anual é uma característica climática das mais importantes. A Região Sul do Brasil, apesar de estar situada na zona temperada, seus *sistemas circulatórios estão sujeitos a grandes flutuações anuais* no que diz respeito aos índices de participação na circulação atmosférica regional. Conseqüentemente esta Região está sujeita, embora com menor frequência que as regiões tropicais, a *notáveis desvios pluviométricos* anuais, tanto no verão quanto no inverno. Motivo pelo qual esta Região está sujeita a *variabilidade de condições climáticas* muito distintas quando consideramos apenas a pluviosidade e umidade.

8) Entretanto, essa flutuação anual dos sistemas circulatórios não chegam a influir na *variabilidade térmica* com a mesma importância que influi na *variabilidade pluviométrica*. Portanto, a Região Sul do Brasil, por estar situada nas latitudes baixas da zona temperada, não está sujeita aos notáveis desvios térmicos que caracteriza o verão e o inverno das regiões situadas nas altas latitudes da zona temperada.

9) Tanto nas regiões economicamente desenvolvidas como nas subdesenvolvidas inúmeras são as relações do clima atual com os processos naturais e sociais. Na Região Sul do Brasil, ao contrário do que tem sido divulgado, estas relações são igualmente muito importantes. Em suas relações com os processos naturais não se pode deixar de reconhecer a participação do clima na elaboração do revestimento vegetal. A predominância de formações florestais está em perfeita concordância com o caráter úmido do clima regional. As distinções de composição e estrutura verificadas nessas formações florestais estão em consonância com a variação das condições térmicas ao longo de seu território. É soavelmente conhecido que ao longo da *floresta litorânea*, de estrutura e composição *tropicais*, numerosas espécies encontradas abundantemente ao norte tornam-se cada vez mais raras à medida que avançamos para o Sul, as quais vão sendo substituídas por espécies de clima que não se encontram ao norte, em outras palavras, nas comunidades da floresta litorânea as espécies de clima quente são cada vez menos numerosas à medida que avançamos para o Sul ao longo do clima subquente e superúmido que domina o litoral do Paraná e Santa Catarina. Trata-se de uma formação *florestal de transição (subquente)* entre o clima quente e o clima mesotérmico, vinculada à *floresta latifoliada perenifolia tropical*

do litoral e encosta. As florestas que aparecem no interior ao longo dos vales do Paranapanema e do Paraná apresentam, igualmente, um caráter de transição entre a floresta tropical e a floresta subtropical, estando, pois, também em acôrdo com o caráter de transição térmica que caracteriza o clima *subquente* desta área. Além disso, o caráter de transição das florestas tropicais do interior não se verifica apenas no que diz respeito às condições térmicas, mas também no que se refere às condições de umidade. Como vimos, estas áreas de clima subquente do interior possuem clima menos úmido que o do litoral: enquanto o clima subquente do litoral é *superúmido, sem sêca*, o clima subquente do interior é *úmido com 1 a 2 meses secos ou superúmido com subsêca no inverno*. Em concordância com o declínio de umidade dêstes vales, nêle as formações florestais possuem características de condições ecológicas menos úmidas, tais como a subcaducifólia estacional. No interior desta área, o noroeste do Paraná apresenta um tipo de floresta reconhecidamente diferente por suas árvores, geralmente de troncos delgados, porte baixo (10 a 15 metros) e bem mais caducifólia. Tal diferença tem sido atribuída à presença de solos derivados de arenito, entretanto é evidente que tais diferenças estão em acôrdo com a presença de clima que, embora ainda úmido, possui um curto período sêco no inverno, de 1 a 2 meses. Outra formação vegetal em acôrdo com o clima atual é a *floresta subcaducifólia subtropical*. Esta floresta encontra-se relacionada visivelmente com o clima *mesotérmico brando superúmido* com subseca ou sem sêca, de inverno frio, porém pouco vincado e verão quente. Finalmente a *floresta de araucária*, caracterizada por elevada densidade de *pinheiros do Paraná*. Esta formação se enquadra, também, no interior dos limites do clima *mesotérmico superúmido* sem sêca, porém *em facies mais frias*: domina as áreas, onde, geralmente, existe pelo menos um mês com temperatura média inferior a 13°C; o verão, na maior parte de sua área de ocorrência, é brando e o inverno é acentuadamente frio, com maior ocorrência de mínimas abaixo de zero graus celsius (noite fria), elevado índice de freqüência de geada e maior incidência de nevada.

Como vemos, sòmente a ocorrência de formações campestres, tais como os *campos limpos* dos *Pampas* e dos *Campos Gerais*, estão em discordância com as condições climáticas atuais. Esta discordância tem sido interpretada pelos biogeógrafos como sendo uma remanescência de climas pretéritos acentuadamente secos, pelo menos durante um longo período estacional, ocorrido no início da *era quaternária*.

Sobre o condicionamento das atividades humanas a influência do clima é tão importante quanto na Região Nordeste do Brasil. Entretanto êste tema, pela sua vastidão, escapa aos objetivos dêste estudo. Todavia chamamos atenção que à dualidade de clima tropical subquente e de clima temperado mesotérmico se deve as plantações tipicamente tropicais que aparecem nas áreas de clima *tropical subquente*, tais como o café e a cana-de-açúcar, e as plantações típicas de regiões de clima *temperado mesotérmico*, tais como, a vinha, o trigo e outros cereais, além de frutas ditas temperadas.

Sobre a cultura do café, apesar do norte do Paraná se constituir na área produtora mais importante do Brasil, seu cultivo nesta área está além dos limites que as condições climáticas permitem recomendar. Certamente os lucros auferidos compensam os riscos de queda de rendimento provocada pelas intensas geadas em determinados anos.

10) O domínio de clima *temperado mesotérmico* sem sêca estacional em quase todo o território regional carece de um aproveitamento mais racional. Achamos que deveria ser incentivado o cultivo de plantas típicas de regiões de clima temperado, principalmente nas áreas de in-

verno acentuado e verão brando. Essas áreas poderiam estar orientadas no sentido da expansão da triticultura. A tendência *mediterrânea* do clima na metade oriental do Rio Grande do Sul seria melhor explorado com o cultivo de plantal típicas da região mediterrânea da Europa. Nelas reside a cultura da vinha, de grande valor comercial, entretanto achamos que a cultura da oliveira deveria ser incrementada, o que traria, certamente, grande economia para a nação, uma vez que ela asseguraria, no mínimo, rendimento suficiente para o alto consumo nacional de azeitona e azeite.

BIBLIOGRAFIA

- Gausser, H. e Bagnouls, F. — “Saison Seche et Indice Xerothermique”, pp. 47, 1953 Faculté de Sciences — Toulouse.
- Monteiro, Carlos Augusto F. — “A Frente Polar Atlântica e as Chuvas de Inverno na Fachada Sul-Oriental do Brasil” pp. 79, Universidade de São Paulo.
- 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.
- Nimer, Edmon — “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.
- Nimer, Edmon — “Clima das Regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil” — A ser publicado na 2.^a edição da Série *Geografia do Brasil* — IBG — Fundação IBGE — Rio de Janeiro.
- Nimer, Edmon, Pinheiro Filho, Arthur A. e Amador, Elmo da Silva — “Análise da Precipitação na Região do Cariri Cearense — Contribuição ao Estudo da Climatologia Dinâmica do Nordeste do Brasil” — *Revista Brasileira de Geografia*, Ano 33, n.º 1, IBG — Fundação IBGE — Rio de Janeiro.
- Pedelaborde, Pierre — “Introduction a L'étude Scientifique du Climat”, pp. 150, Les cours de Sorbonne — Paris.
- Riehl, Hebert — *Tropical Meteorology*, pp. 392, New York. 1954
- Serra, Adalberto — “Previsão da Geada” — *Revista Brasileira de Geografia*, 1957 Ano XIX, n.º 4 pp. 43-66, IBG — Fundação IBGE — Rio de Janeiro.
- Serra, Adalberto — “Chuvas de Primavera no Brasil” — “Chuvas de Verão no Brasil” — “Chuvas de Outono no Brasil” — “Chuvas de Inverno no Brasil” — pp. 244, Departamento de Meteorologia do Ministério da Agricultura — Rio de Janeiro.
- Serra, Adalberto — “O Princípio de Simetria” — *Revista Brasileira de Geografia*, Ano XXIV, n.º 3, pp. 377—439, IBG — Fundação IBGE — Rio de Janeiro.
- Serra, Adalberto — “Anos Secos e Chuvosos no Rio Grande do Sul” — 1969 *Boletim Geográfico*, n.º 212, Ano 28, IBG Fundação IBGE — Rio de Janeiro.
- Walter, H. e Lieth, H. — “Klimadiagram” — Weltatlas, Veb Gustav Fischer 1960 Verlag, Jena.
- Wright, H. L. — Quart. J. Roy Meteorological Society, 66:66 — London. 1940

SUMMARY

In studying the regional climate of South Brazil, the first thing which we observe is referring to its noteworthy, homogeneity, chiefly in respect to its pluviometry and to the stationary phythm of its regime. The second fact to point out is concerning to its unity. While the other Brazilian regions are characterized by a hot climate of tropical type, the South Region almost exclusively presents a mesothermic climate of temperate type.

This characteristic is due to certain homogeneity and regularity of the factors that act on the weather prevailing conditions.

The Region in question is one of the best provided by rain in the world, considering that the rainfall is uniformly distributed during the year, without any dry month.

Almost all the South of Brazil has a mesothermic climate, with a well pronounced winter and a hot summer, Only in the high areas of the plateau there is a mild summer. In this region the occurrence of hoar-frost and nights with temperatures bellow zero are frequent, mainly on the plateau where, in the years of hard winter, the snow-fall is present, with more frequency in far South of the plateau.

Versão de Joaquim Franca

RESUMÉ

Lorsqu'on étudie le climat régional du Sud du Brésil, le premier fait que nous observons se réfère à sa remarquable homogénéité, principalement dans ce qui se rapporte à la pluviométrie et au rythme saisonnier de son régime. Le second fait à se distinguer se réfère à son unité: tandis que les autres régions brésiliennes se caractérisent pour posséder un climat *chaud* du type tropical, la région Sud est le domaine exclusif et presque absolu du climat mésothermique du type tempéré.

La région doit ces caractéristiques à une certaine homogénéité et unité des facteurs et procés génétiques qui agissent sur les conditions de temps dominantes.

Le sud du Brésil est une des régions du globe les mieux arrosées par les pluies, étant donné que, en plus de ne présenter aucun mois sec, le pourcentage de concentration maximum trimestriel est de peu d'importance.

Presque tout le Sud du Brésil possède un climat mésothermique avec un hiver suffisamment sensible et un été chaud; seulement les surfaces d'altitudes élevées du plateau possèdent un été modéré. Dans cette région l'occurrence des gelées et les nuits avec des minimums négatifs sont très fréquentes en hiver, principalement sur le plateau, où pendant les années d'hiver rigoureux, la gelée se manifeste, particulièrement dans l'extrême sud du plateau.

Versão de Maria Cecília Bandeira de Mello.