

SUMÁRIO

Alfredo José Porto Domingues
Gelson Rangel Lima
Maria Therezinha Alves Alonso
Miguel Guimarães de Bulhões

Serra das Araras — Os movimentos coletivos
do solo e aspectos da flora 3

Edmon Nimer

Análise dinâmica da precipitação pluviométrica na região serrana do Sudeste do Brasil Especialmente na Serra das Araras 53

Speridião Faissol

Migrações internas — Um subsistema no processo de desenvolvimento 163

Noticiário

Levantamento das áreas Geoeducacionais Brasileiras 171

V Congresso Brasileiro de Cartografia 171

XXV Congresso Brasileiro de Geologia 172

Curso de Férias 172

Cursos de Geografia em Lorena (SP) e Lins (SP) 172

Biblioteca Geográfica Brasileira: Estruturação da Grande São Paulo 172

Índice de Topônimos da Carta do Brasil ao Milionésimo 173

Novos títulos nas Fôlhas da Carta do Mundo ao Milionésimo 173

Serra das Araras

os movimentos coletivos do solo e aspectos da flora*

ALFREDO JOSÉ PORTO DOMINGUES

GELSON RANGEL LIMA

MARIA THEREZINHA ALVES ALONSO

MIGUEL GUIMARÃES DE BULHÕES

INTRODUÇÃO

Êstes estudos foram realizados pelos setores de Geografia Física da Divisão de Pesquisas Sistemáticas do Departamento de Geografia da Fundação IBGE. Trata-se de um exame do efeito dos aguaceiros que se precipitaram entre os dias 19 e 31 de janeiro de 1967 nas áreas serranas do Estado do Rio de Janeiro, onde se encontra o reservatório de Ribeirão das Lejes, bem como as pistas da rodovia Rio—São Paulo, onde é vencida a escarpa da serra das Araras. Serão estudadas suas conseqüências que tantos prejuízos causaram, sendo nosso objetivo uma colaboração para técnicos e órgãos interessados no problema.

Nossa área de estudo situa-se na parte centro-ocidental do Estado do Rio de Janeiro, compreendendo o rebôrdio acidentado da serra das Araras, denominação local da serra do Mar. Compreende o grande

* Os movimentos coletivos do solo são de autoria dos geógrafos: Alfredo José Porto Domingues, Gelson Rangel Lima e Maria Therezinha Alves Alonso, e Aspectos da Flora do Geógrafo Miguel Guimarães de Bulhões.

NOTA — Colaboraram nas pesquisas: Edna Mascarenhas Sant'Anna, Jorge Xavier da Silva, Hélio Romito de Almeida, Clélia Novelli Domingues, Paulo César Teixeira Trino, Sandra Baptista da Cunha e Sérgio Pereira dos Santos.

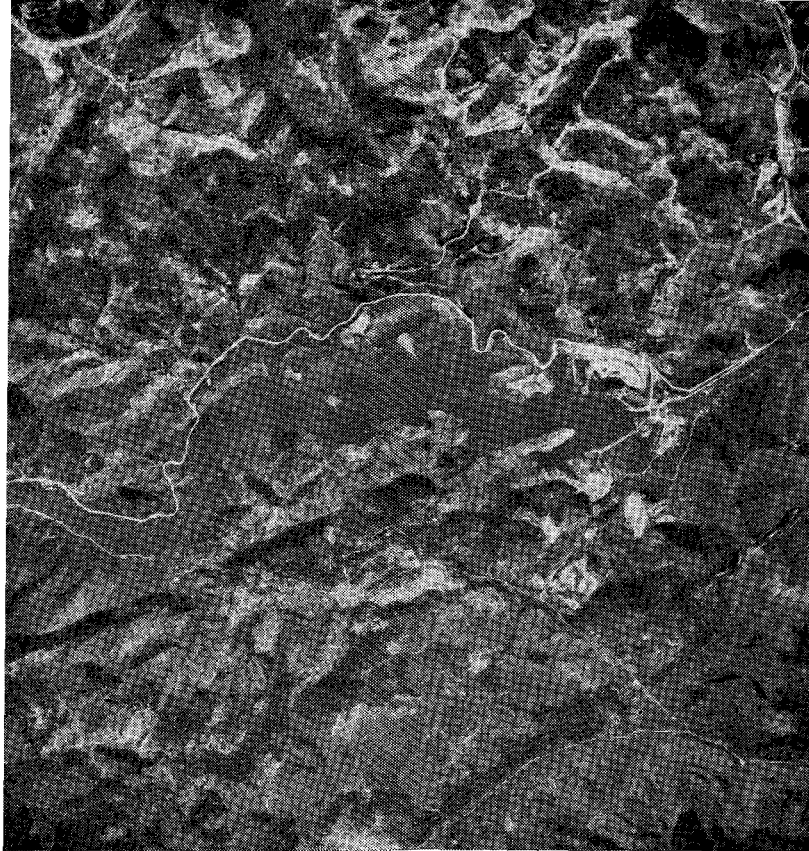


Foto A — Antes dos deslizamentos

escarpamento que separa a Baixada Fluminense das terras elevadas do Brasil Sudeste, onde se situa a bacia do rio Pirai, afluente do Paraíba do Sul.

Examinando a área, constatamos que deveríamos restringir nossas observações à região do grande alvéolo drenado pelo ribeirão da Floresta e seus afluentes, incluindo as zonas vizinhas deste alvéolo. Esta região foi seriamente afetada pelas fortes chuvas que tombaram, provocando enchentes e deslizamentos, acarretando o desabamento das pistas em vários pontos, o assoreamento da estrada, a destruição de residências e causando numerosas mortes.

Como base cartográfica foi utilizada, de início, a fôlha Pirai, em 1:50.000, editada pelo Conselho Nacional de Geografia em 1966, tendo sido usadas também as fôlhas do Rio de Janeiro (1:1.000.000) e Rio de Janeiro SE (1:500.000) do Conselho Nacional de Geografia, a carta corográfica do Estado do Rio de Janeiro (1:250.000) da Secretaria da Viação e Obras Públicas, editada em 1952 e a carta corográfica do Estado do Rio de Janeiro (1:400.000), editada em 1967 pela Fundação IBGE.

Foi utilizado o levantamento aerofotogramétrico elaborado pelos Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S/A, em 22-06-1967, constituído de 46 fotos na escala aproximada de 1:200.000.

Tôda a área aerofotografada foi examinada com estereoscópio de espelho (marca Zeiss), e posteriormente, escolhido o par estereoscópico que abrangia a parte mais afetada a ser estudada em detalhe. Para isso foram utilizados estereoscópios de bolso.

Uma das fotografias foi ampliada duas vezes, ficando com uma escala aproximada de 1:10.000. Tal ampliação teve por objetivos a apresentação final dos mapeamentos geomorfológico e da vegetação.

Para os estudos da climatologia foram utilizados os cartogramas especificados acima.

Quanto à bibliografia existente, quer da área em si mesma quer do problema dos processos morfogenéticos, pouca coisa existe.

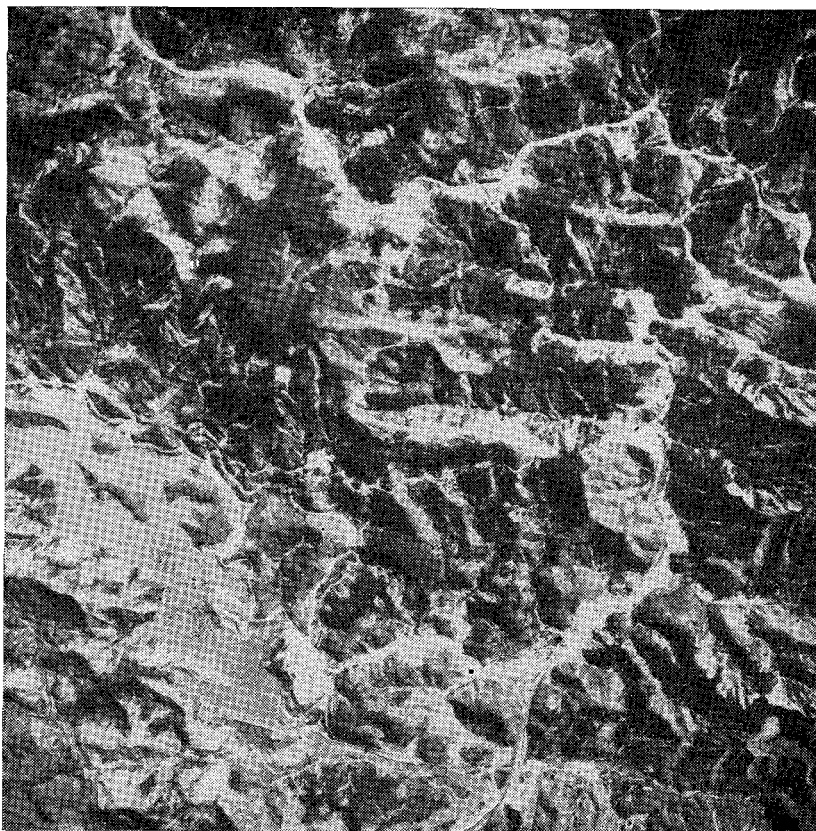
FREISE (1932, 1933) fez algumas observações utilizando métodos quantitativos para o estudo de tais processos. Em 1944 DE MARTONNE chamou atenção para os deslizamentos do manto de alteração nas vertentes e considerou-os como responsáveis parciais pelas formas e depósitos encontrados na região.

Sòmente após 1950 foram retomados os estudos da região intertropical de maneira mais cuidadosa, salientando-se TRICART (1959), AB'SABER (1962, 1964 e 1965), TRICART e CAILLEUX (1965), BIGARELLA e MOUSINHO (1965) BIGARELLA, MOUSINHO e SILVA (1965), CHRISTOFOLETTI (1968) e ALMEIDA (1969). Com êstes últimos estudos começou-se a tratar da dinâmica erosiva, encarada do ponto de vista prático. Para tal, basearam-se em informações sôbre a velocidade do mecanismo erosivo que influi na evolução das encostas.

VISTA GERAL DO PROBLEMA

No Estado do Rio de Janeiro a serra do Mar forma um grande escarpamento paralelo à linha litorânea. A leste é limitada por uma planície costeira — a baixada Fluminense — que desaparece nos arredores de Itacuruçá, próximo à área de estudo. Para oeste à Baixada Fluminense ela atinge diretamente o oceano, formando um litoral recortado, com enseadas, pontas e ilhas.

Foto B — Depois dos deslizamentos



Este escarpamento se apresenta praticamente sem brechas, só existindo pequenos rios que aí têm suas nascentes e cujos cursos são bastante acidentados, com uma sucessão de cascatas e rápidos, até atingirem o nível da baixada, quando então são mais regularizados, constituindo a área de predomínio de sedimentação.

O escarpamento tem uma direção geral O.S.O.—E.N., apresentando porções em que o relevo é mais vigoroso, como entre Petrópolis e Teresópolis, onde existe um bloco maciço que ultrapassa mesmo 2 000 m, na serra dos Órgãos. Já entre Miguel Pereira e a represa de Ribeirão das Lajes, as cotas mais elevadas mal ultrapassam 600 metros. A oeste, outra vez a serra do Mar alcança elevações consideráveis, chegando a atingir 2 000 metros na serra da Bocaina, já em São Paulo.

Em conjunto, após a escarpa, a vertente oposta perde altitude em direção ao vale do Paraíba. No Estado de São Paulo, mais distante, para oeste da capital paulista, a serra do Mar mergulha em direção ao Paraná, desaparecendo as rochas cristalinas sob uma cobertura sedimentar paleozóica.

Os traços gerais do relevo, segundo DE MARTONNE (1943-1944), dão a idéia de um antigo bloco fraturado e levantado, descambando suavemente para o interior. Outros autores dizem corresponder a escarpa a uma grande flexura acentuada por diáclases.

De qualquer forma, entretanto, a ausência quase completa na linha de cumiada de capturas fluviais e o paredão contínuo sugerem uma idade relativamente recente para a serra do Mar. Certamente, é difícil a existência de apenas uma falha, pois geralmente temos uma sucessão de falhas escalonadas, como, aliás, sugere RUELLAN (1944). Analisando as escarpas, admite que correspondam a frentes dissecadas de blocos falhados e não ao espelho das falhas.

A formação do escarpamento, acreditam os geólogos e os geomorfólogos, corresponde ao fim do Cretáceo ou ao Terciário, como parecem comprovar as falhas que afetam os calcários da bacia de Itaboraí, a leste da baía da Guanabara e outras falhas que ocorrem em rochas cre-

Foto 1 — As terras elevadas da Serra do Mar formam um verdadeiro "mar de morros" que se apresentam bastante dissecados pelos afluentes do rio Guandu.



táceas e, provavelmente, terciárias ao longo da faixa litorânea, observadas do cabo de São Tomé para o Norte, pela Petrobrás.

Examinando-se o escarpamento, constata-se que os rios que mal entalham este paredão, como o Santana, o Mazomba e o Ribeirão das Lajes, utilizam as linhas estruturais que afetam os gnaisses regionais. No diagrama estrutural da área estudada pode-se constatar as diáclases e as direções aparentes dos gnaisses. Estes apresentam uma direção média em torno de 253° . As direções mais importantes das diáclases grupam-se em torno de 115° .

Os rios, aproveitando as linhas estruturais, recuaram consideravelmente suas cabeceiras originando, em alguns pontos, uma sucessão de cristas que correspondem aos leitos de gnaisses mais resistentes (fig. 1).

DIAGRAMA ESTRUTURAL DA ÁREA DA SERRA DAS ARARAS

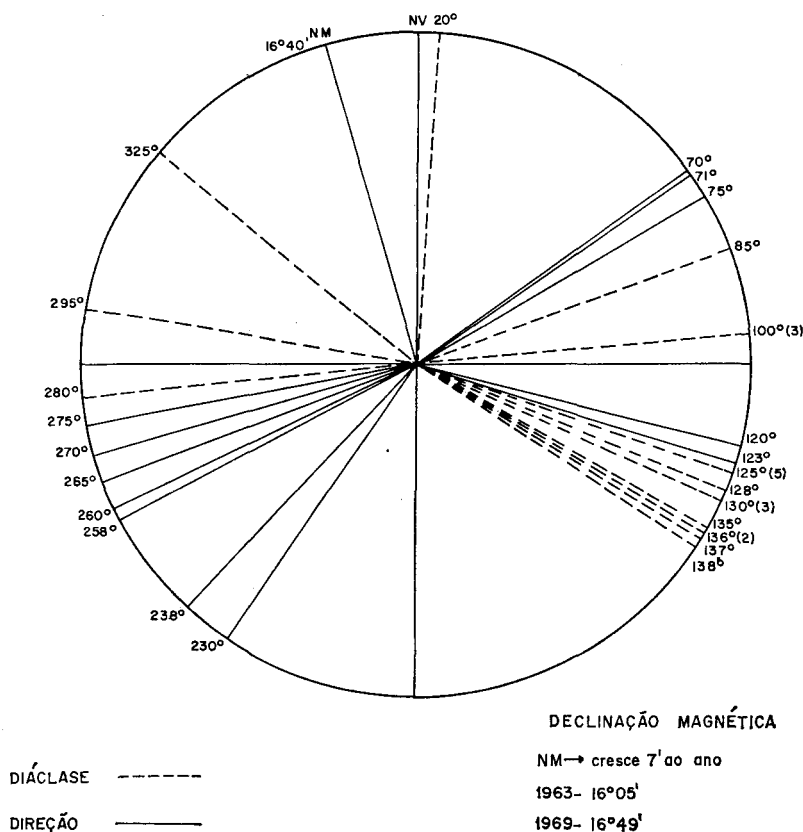


FIG-1

As direções apresentam inflexões que são consequência de diastrofismos muito antigos que afetaram o escudo cristalino, enquanto as fraturas formaram-se mais recentemente, quando se originou a serra do Mar, provavelmente já no Terciário.

Como resultado da ação da erosão, a serra do Mar, na região, se transformou em um verdadeiro "mar de morros", onde sobressaem os

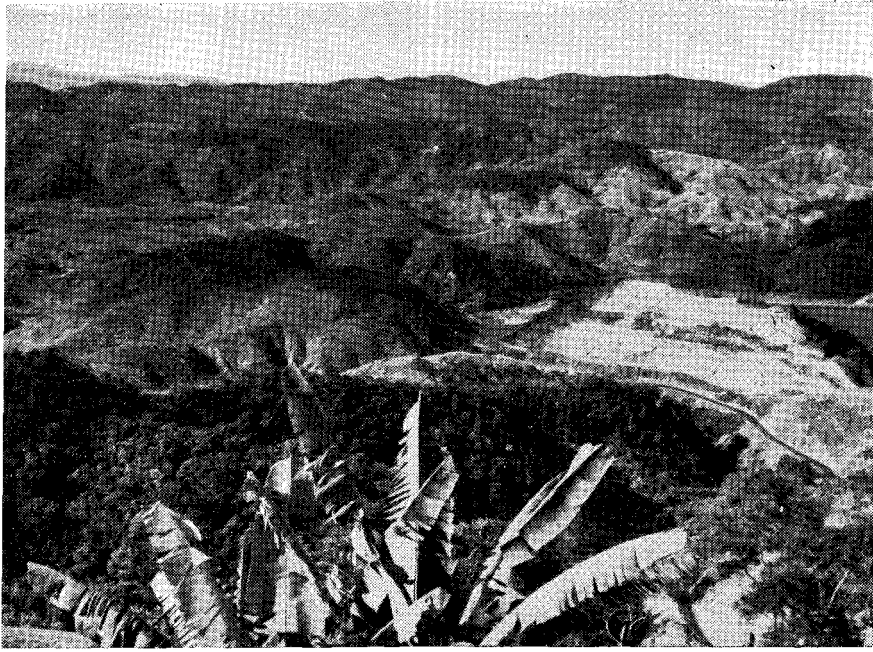


Foto 2 — A vegetação arbórea é representada por capoeirões e capoeiras que cobrem áreas restritas da região. A direita observa-se uma elevação que foi destruída parcialmente pela terraplenagem, constituindo-se num local de erosão ativa.

vales com seu traçado em baionetas e as elevações de formas mamelonares ou em cristas de cimo arredondado.

A Litologia

Quanto à litologia da área, predominam rochas do complexo cristalino, sendo representadas por gnaisses à biotita, gnaisses lenticulares, gnaisses graníticos e granitos.

Os gnaisses apresentam-se bastante variados, constituindo leitos bem marcados da biotita e quartzo, característicos do gnaisses à biotita. Outras vezes são enriquecidos por feldspato, pela injeção leito a leito, originado de pegmatitos que cortam os gnaisses, constituindo localmente gnaisses lenticulares.

Outras vezes passam a gnaisses graníticos, sendo difícil perceber as camadas, correspondendo à transição para os granitos que aparecem na área do Caiçaras. Estes granitos são responsáveis pelos grandes matacões aí existentes e pela topografia de vales sem orientação nítida. Parecem também se relacionar a outros encontrados na serra do Mar, como, aliás, sugere LAMEGO (1963).

O forte metamorfismo a que a região esteve sujeita é responsável pelo enriquecimento em granadas dos gnaisses da crista, onde se situa o Monumento Rodoviário e também pelas perturbações das camadas na área estudada, bem como pelas variações de inclinação das mesmas.

Já as diáclases e fraturas que cortam os gnaisses recentes devem-se aos esforços a que foi submetida esta parte da crosta no início do Cenozóico. Tais linhas, algumas vezes, foram aproveitadas pelo magma básico que, ao ascender, solidificou-se formando diques.

No fundo dos vales encontramos rochas sedimentares de idade relativamente recente (holocênicas). São argilas, areias e blocos que se acumularam devido a perda de capacidade de transporte dos cursos de água que aí apresentam um fraco declive (aproximadamente 2 a 3°), chegando quase a se apresentar como cones aluviais, (a montante da Fazenda da Floresta).

As rochas gnáissicas e graníticas, em contato com a atmosfera, alteram-se rapidamente e os elementos que maior sensibilidade apresentam são o ortósio, os plagioclásios, os piroxênios, a olivina e as micas.

As causas de alteração são várias, estando principalmente ligadas à água e à composição das rochas. Os pontos mais vulneráveis são as diáclases e as zonas de milonitização ao longo das quais se processa mais rapidamente a alteração.

A ação dos agentes atmosféricos é complexa, podendo coexistir vários processos atuando sobre as rochas. Esta ação é também conhecida como meteorização.

Várias são as formas de meteorização. No nosso caso podemos observar mudanças ocasionadas pelas modificações diurnas de temperatura; cristalização de sais; ação das raízes de vegetais; absorção d'água pelos colóides e decomposição química dos minerais principalmente pela hidratação e oxidação dos silicatos.

Cada um dos tipos acima, para uma máxima eficiência, depende das condições climáticas e, em nossa área de estudo, os principais fatores são a umidade e as águas meteóricas.

Nas áreas rochosas a ação inicial é bem mais lenta, pois as transformações em profundidade dependem da presença de diáclases, pequenas fraturas que têm pouca importância a curto prazo.

Foto 3 — Os afluentes do Ribeirão da Floresta por ocasião das fortes chuvas que aí tombaram converteram-se em torrentes. Ao lado de grandes calhas, encontramos blocos de cimento oriundos da destruição das pistas.



A luz influi também, de forma indireta, nos processos de meteorização, acelerando certas reações químicas ou favorecendo o desenvolvimento de animais e plantas.

Já a temperatura influi alterando o volume dos minerais que constituem as rochas, principalmente as macrocristalinas, ainda que se faça também sentir nas rochas de textura porfírica e amigdalóides. Por outro lado, a reação dos materiais sujeitos ao calor é modificada em função da coloração, estrutura e outras propriedades físicas. Segundo CLARKE (1924), o coeficiente de expansão cúbica do quartzo é duas vezes maior do que o do ortoclásio e os arenitos têm um coeficiente bastante maior do que o granito ou o sienito. Alguns geólogos estão de acordo que, pelo menos em parte, o processo de descamação superficial das rochas se deve à influência destas mudanças de temperatura.

O principal efeito, entretanto, é acelerar as reações químicas. Quanto mais elevada a temperatura mais rápido se processam as transformações químicas.

Algumas rochas possuem a propriedade de absorver uma grande quantidade d'água durante as chuvas ou em períodos de alta umidade relativa. Quando elas absorvem água aumentam de volume e ocasionam pressões sobre os materiais contíguos; quando perdem água se contraem e se fraturam permitindo, desta forma, a penetração da água e do ar a certa profundidade. Cada tipo de rocha, entretanto, pode ser classificado pelo seu coeficiente de embebição, o qual depende do grau de compactação do material. O granito, por exemplo, quando está pouco alterado possui um coeficiente muito baixo, mas que aumenta à medida que a rocha vai se alterando.

Permeabilidade e a Hidratação

Com relação a permeabilidade, pode-se dizer que não existe um material totalmente impermeável. A absorção da água pelos diferentes materiais determina sua hidratação, passando então os minerais a menos instáveis. Desta forma se origina o caulim. Experiências realizadas por MERRILL (1906) provaram que a transformação do granito em solo arável, sem perda de material, faz crescer o volume primitivo em aproximadamente 88%.

As mudanças de volume determinadas pela hidratação ocasionam pressões, afetando construções feitas pelo homem, ou a embebição das camadas, motivando desmoronamentos que, no caso da serra das Araras, são quase sempre superficiais ou subsuperficiais, mas, por outro lado, generalizados.

A hidratação influi sobre os feldspatos, transformando-os em argila (processo de caolinização ajudada pela água que contém em dissolução especialmente o anidrido carbônico). A presença de substâncias de origem vegetal, como folhas decompostas e resíduos de casca das árvores, permite que as águas apresentem um elevado teor em ácido húmico. Outro fator que também influencia é a temperatura elevada. As rochas silicosas se reduzem à areia quartzosa, enquanto outra fração, em estado coloidal, é arrastada pelas águas pluviais.

A carbonatação representa uma verdadeira transformação química e consiste na união do ácido carbônico com as bases para formar os carbonatos. Eles são relativamente solúveis e com a presença de grande quantidade de material húmico a carbonatação adquire maior intensidade.

Nos silicatos a carbonatação se realiza substituindo o ácido carbônico pelo silícico. Isso ocorre quando temos a transformação do ortócio em caolim, formando-se durante o processo carbonato de potássio que, sendo solúvel, é utilizado pelas plantas.

A carbonatação é acelerada quando o material se apresenta em grau maior ou menor de fragmentação dos materiais.

A dessilicificação consiste na remoção do material silicificado em forma de grãos de quartzo realizada por fatores mecânicos e, em parte, pela dissolução parcial do silício e passagem ao estado coloidal, sendo então transportado pelas águas.

Como a dissolução da sílica se processa muito lentamente e com grande dificuldade, consideramos o quartzo um dos minerais mais estáveis da natureza. Desta forma se explica a grande riqueza de areia quartzosa transportada pelos rios da região e mesmo uma proporção razoável misturada com as argilas.

Uma das conseqüências principais da meteorização química é a produção natural e lenta de argila que também se forma em profundidade.

A caolinização que conduz à formação de argila é um processo químico muito importante nas áreas úmidas. Fundamentalmente é um processo de hidrólise, onde as bases, ao retornarem livres, originam certa quantidade de silício coloidal que pode ser facilmente transportado pelas águas das chuvas. Por outro lado, além do caolim, as argilas contêm outros produtos de decomposição como o hidróxido de ferro, principal responsável pela coloração amarela, o óxido de ferro responsável pela cor avermelhada e materiais de origem orgânica. Além disto encontramos minerais acessórios, inclusive restos de feldspatos. É destes que deriva grande parte do caolim.

Há atualmente unanimidade entre os autores em atribuir o fenômeno da meteorização esferoidal, tanto do granito quanto do basalto e outras rochas, ao trabalho da umidade, principalmente ligado à ação química. Isto resulta no aumento de volume das partes afetadas, ocasionando então a esfoliação. CHAPMAN e GREENFIELD (1949), do Departamento de Geologia da Universidade de JOHN HOPKINS, em um estudo petrográfico publicado recentemente, demonstram que o núcleo de cada bloco afetado pelo processo descrito acima se apresenta relativamente constituído por rocha sã, enquanto nas camadas que o rodeiam os minerais primários aparecem transformados em secundários, tais como a caolinita, sericita, a montmorilonita, a serpentina, a clorita, a hematita e a limonita. O aumento do volume da rocha se realiza mais rápido externamente, o que provoca o fenômeno de descamação ou esfoliação superficial.

Os Solos

Quanto ao solo, JENNY (1941) considera que o processo completo de transformação das rochas em solo compreende as seguintes etapas:

a) *rocha*; b) *rocha meteorizada*; c) *solo imaturo*; d) *solo maturo*.

Tanto o geólogo quanto o pedólogo podem considerar as quatro fases citadas acima, entretanto o geólogo se interessará mais pelas duas primeiras fases, enquanto o pedólogo terá maior interesse pelas duas últimas.

Na formação do solo as variáveis importantes são o clima, o tempo (duração do processo), os organismos, o relevo, a topografia e a rocha mãe.

Assim, a acumulação de matéria orgânica e elementos minerais em grau extremo de divisão constitui um fato importante da edafização. Podemos dizer que os solos são comparáveis a um organismo vivo, dotado de dinamismo. Em virtude da importância do fator dinâmico e sua dependência direta dos elementos climáticos e topográficos é pouco aconselhável a tendência dos geólogos de somente levarem em consideração na gênese dos solos as formações geológicas. Apesar de reconhecermos que elas influem consideravelmente, sabemos, entretanto, não serem o único fator. O homem pode acelerar os processos de meteorização bem como os de edafização.

Os Movimentos do Solo

SHARPE (1938) reconheceu quatro grandes classes de movimento: fluxo lento, fluxo rápido, deslizamento e abatimento. Apesar de se reconhecer vários tipos e subtipos de movimentos e apesar da elasticidade da classificação, sua utilização nas regiões tropicais úmidas e nas áreas urbanas torna-se bastante difícil. Assim sendo, é impraticável a identificação do fenômeno, dadas suas particularidades morfodinâmicas, devendo-se classificá-lo em função de sua gradação de intensidade espacial ou temporal ou tipos mistos.

SHARPE dá a seguinte classificação:

A — *Tipos de fluxo lento*

- “Creep” ou rastejamento: movimento lento, costa abaixo, de detritos rochosos, via de regra não perceptível, salvo reiteradas observações.
- Rastejamento do solo
- Rastejamento de tálus de meteorização
- Rastejamento de rochas (blocos)
- Rastejamento de glaciares de pedras
- Solifluxão: fluxo lento, costa abaixo, de massas de detritos rochosos saturados de água não confinados.
- Corrida de terra: movimento para baixo de material ferroso, argiloso ou limnoso, saturado de água, em terraços de pequeno declive ou encostas de morros.

B — *Tipos de fluxo rápido*

- Corrida de lama: movimento para baixo, de lento a muito rápido, de detritos rochosos (argila, etc.) saturados de águas em calhas definidas.
- Avalanche detrítica: fluxo laminar para baixo em encostas de fortes declives e relativamente curtas de massa de detritos rochosos.
- Deslizamento: tipo de movimento perceptível que se caracteriza por massas relativamente secas de detritos rochosos.

- “Slump”: deslizamento de uma ou várias unidades de detritos rochosos, geralmente com uma rotação para trás, com respeito à encosta sobre a qual se desenvolve o movimento.
 - Lâminas detríticas: deslizamento rápido de detritos terrosos de massas não consolidadas.
 - Queda de detritos: queda praticamente livre de detritos terrosos em escarpas íngremes.
 - Deslizamento de blocos rochosos: deslizamento ou queda de massas individuais de rochas ao longo de superfícies de estratificação de diáclases ou de falhas.
 - Queda de blocos rochosos isolados em encostas escarpadas.
- C — *Abatimento*: desabamento de materiais terrosos superficiais na vertical, sem contato com a superfície.

O Prof. HÉLIO ROMITO DE ALMEIDA (1968), em um trabalho apresentado à Comissão Permanente de Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro, propõe uma adaptação à classificação de SHARPE, em virtude das dificuldades de enquadrar os movimentos de massa em poucos tipos padrões, ocasionando falhas dada à frequência dos fenômenos caracterizados por individualidades zonais ou ainda representativos de uma morfodinâmica peculiar.

Adaptação proposta:

- I — *Fluxos*
- Reptação ou escorregamento (muito lento)
 - “Creep”
 - Pela alternância de umedecimento e dessecação sofrida pelos colóides.
 - Pelas oscilações da temperatura (“Creep” térmico).
 - Pela ação do gelo e do degelo (crioturbação).
 - Reptação de talus
 - Reptação de glaciário de pedra.
 - Reptação de blocos rochosos individuais isolados.
 - Solifluxão (lento)
 - Pela ação das chuvas.
 - Pela ação de degelo (de lento a rápido)
 - Corridas de lama (de lento a muito rápido).
- II — *Desmoronamento e avalanches detríticas*
- Pela ação de chuvas excessivas ou contínuas (de rápido a muito rápido).
- Pela ação de degelo (de rápido a muito rápido)
- III — *Deslizamentos*
- Lâminas detríticas superficiais (rápido)
- Superficial
- Em “colher”
- “Slump” (de lento a rápido).
- Simples.
- Complexo.
- Conjuntos maciços (de lento a rápido)

IV — *Rolamento ou queda*

Material detrítico (de rápido a muito rápido),
Bloco rochoso (muito rápido).

V — *Abatimentos*

Ao longo de planos de falhas, cizalhamento, diáclases ou acamamentos estratigráficos (de lento a muito rápido).
Acomodações internas (de lento a muito rápido).

Apresentamos a seguir as ponderações necessárias à adaptação proposta pelo Prof. HÉLIO ROMITO.

a) Aachamos plausível uma discriminação dos tipos de “creep”, considerando-se a generalização do termo e a maneira imprópria como tantas vèzes foi aplicado às regiões tropicais.

b) Da mesma forma, no que toca à solifluxão, considerando-se a importância da zonalidade pelo menos em dois grandes aspectos — chuva e ação de gelo-degelo.

c) Desmoronamento e avalanches detríticas situam-se na mesma faixa de causalidade, sendo que o primeiro praticamente não é reconhecido como fenômeno particular; ao contrário, o segundo termo é bastante generalizado (“landslide”), apesar da sua indiscutível presença e de suas peculiares características morfodinâmicas:

d) No que concerne aos deslizamentos, achamos por bem as suas subdivisões, tanto nos deslizamentos detríticos (com base no que comumente ocorre nas encostas úmidas tropicais), como nos “slumps” (considerando-se a magnitude do fenômeno).

Achamos ainda necessário isolar os deslizamentos maciços, considerando-se as particularidades de que se reveste o fenômeno.

e) Preferimos o termo “rolamento” para exprimir o que SHARPE qualifica como “debris-falls” e “rock-falls”, dividindo-o em material detrítico e blocos rochosos. Preferimos considerar a queda (*falls*) numa variável que se estende pelas diferentes formas de rolamentos até a queda propriamente dita.

f) Quanto ao abatimento, procuramos apenas uma melhor discriminação dos processos.

O Quadro Vegetal

A cobertura vegetal constitui um importante fator em relação às modificações dos processos morfogenéticos, razão pela qual decorre a necessidade de seu estudo na área em foco, onde, devido a condições variadas, ocorreram numerosos deslizamentos.

A área em estudo se enquadra dentro da categoria da floresta hi-grófila costeira, cujo aparecimento está condicionado, principalmente, por um clima quente e úmido e pelo relêvo que serve de anteparo à umidade vinda do mar.

Ocupando uma faixa de largura variável, que se estende do Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul, é natural que ela não se apresente uniforme, tanto florística como fisionômica em toda sua extensão.

Os estudos existentes sobre esta floresta dizem ser ela, em linhas gerais, constituída por três estratos arbóreos e um arbustivo.

Enquanto no arbóreo superior os elementos atingem cerca de 25 a 30 metros de altura, nos dois inferiores eles variam de 10 a 15 metros. O estado arbustivo é representado por um pequeno número de espécies ciófilas. Não havendo, praticamente, penetração dos raios solares até o solo, torna-se difícil o desenvolvimento de um estrato herbáceo, só conseguindo vingar as espécies bastante tolerantes à sombra (REITZ e KLEIN, 1964). A riqueza em lianas, cipós, epífitas, musgos, fetos e palmeiras é grande. Estas últimas lhe dão um cunho tipicamente tropical.

SAINT HILAIRE, ao descrevê-la, nos dá a impressão de sua grandiosidade e heterogeneidade. Exemplares de famílias as mais diversas se misturam em profusão, condicionando uma extrema riqueza de cores, tanto pelas folhas, como pelas flores.

Seu caráter perinifólio é acentuado, como tão bem diz o citado autor: "Estimulada sem cessar pelos dois principais agentes, a humidade e o calor, a vegetação das *mattas* virgens está em perfeita actividade, o inverno não se distingue do verão senão por uma delicada diferença de matiz no verdor da folhagem, e, se algumas árvores perdem as folhas, é para retomar dentro de pouco tempo novas vestes" (SAINT HILAIRE, 1938).

Hoje, praticamente não existe mais nada desta floresta, pouco restando de sua fisionomia e flora originais. Já em 1822, SAINT HILAIRE assinalava em vários pontos a ocorrência de capoeiras e cafêzais dentro da mata virgem.

O que hoje vemos de florestal corresponde a uma série de manchas de floresta secundária, com alguns indivíduos da mata primitiva. Podemos observar ainda agora, se penetrarmos em algumas das manchas mais densas da serra das Araras, a evidência da antiga cultura cafeeira representada pelos vários pés de café.

O levantamento da cobertura vegetal constou de duas partes: mapeamento elaborado à base de fotografias aéreas e levantamento, por amostragem, da constituição florística das principais comunidades existentes dentro da área, apresentado em anexo a este trabalho.

Para o mapeamento da vegetação foram consideradas três categorias, tendo em vista a forma como as mesmas se comportam em função dos processos morfogenéticos: a *primeira* corresponde às comunidades arbóreas mais densas encontradas na área. Constituem o localmente denominado "capoeirão"; a *segunda* corresponde aos vários estágios das comunidades arbóreo-arbustivas, chamadas de "capoeiras"; *finalmente*, as comunidades predominantemente herbáceas, constituídas, praticamente, pelos pastos.

Os capoeirões e as capoeiras comportam-se quase da mesma forma quanto aos processos morfogenéticos. As capoeiras, entretanto, pelo menor talhe e menor densidade de cobertura, decorrentes da maior intervenção humana em sua área, têm o equilíbrio natural rompido, o que favorece a erosão superficial, podendo ocorrer com maior frequência os deslizamentos em suas áreas.

Os pastos, por sua vez, protegem relativamente o solo devido à compactação do horizonte superficial, quer pelo pisoteio do gado quer pelo intrincado formado pelo sistema radicular. Ao lado disso, acrescenta-se o fato de que as gotas de chuvas, ao atingirem a superfície do solo, já perderam grande parte de sua energia cinética, após percorrerem a longa superfície foliar, bastante comum nas plantas forrageiras.

Na serra das Araras, o maior número de deslizamentos foi constatado nas áreas de capoeiras. Nos pastos os caminhos que descem em direção às aguadas ou aqueles percorridos pelos moradores, muitas vê-

zes são convertidos em ravinas pela ação do escoamento concentrado. Com o tempo evoluem para voçorocas, como aconteceu próximo ao Monumento Rodoviário.

Além das três categorias foram mapeadas as áreas de cultura constituídas, na quase totalidade, por bananais, bem como aquelas que se apresentavam formando verdadeiros mosaicos, quer de culturas e comunidades quer de comunidades diversas. As pequenas roças, quando em torno das habitações, foram englobadas sob uma mesma forma de representação.

EXAMES DOS FATOS OCORRIDOS NA ÁREA DOS DESLIZAMENTOS

Salta aos olhos a importância da água nos movimentos coletivos de solo e, inicialmente, para compreendermos a magnitude do problema dos deslizamentos da serra das Araras, entre os dias 22 e 23 de janeiro de 1967, é necessário analisar o comportamento da pluviosidade da região neste período e em épocas anteriores.

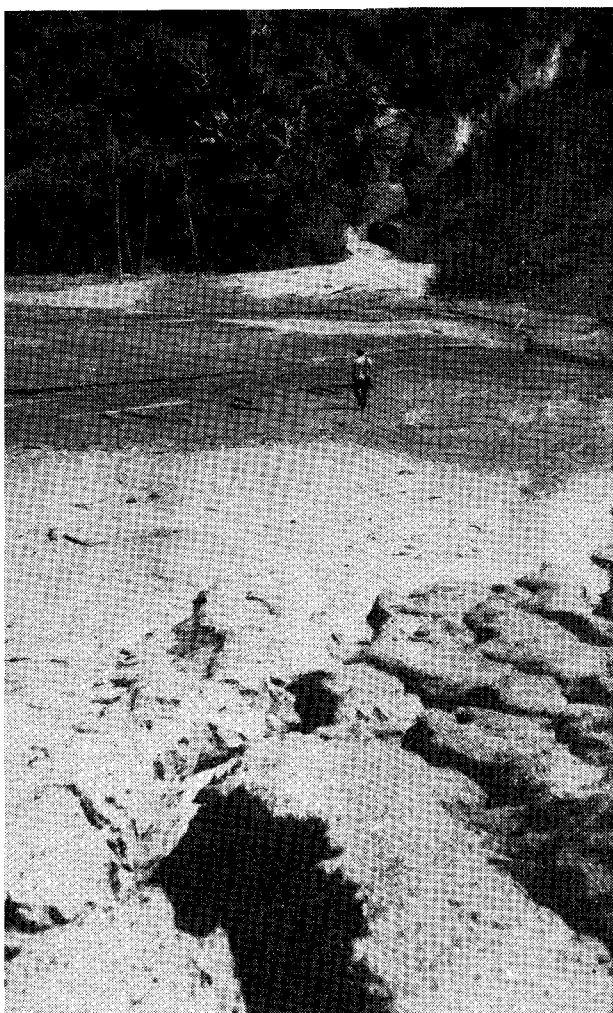


Foto 4 — Grande foi o volume de sedimentos finos que chegou a entulhar a calha de alguns vales

O Problema do Ponto de Vista Climatológico

As precipitações ocorridas durante os meses de dezembro de 1966 a janeiro de 1967 foram abundantes devido às chuvas frontais que se acentuaram no mês de janeiro. Podem ser grupadas em 5 ciclos.

- 1.º ciclo de 30 de dezembro de 1966 a 2 de janeiro de 1967.
- 2.º ciclo de 4 a 7 de janeiro de 1967.
- 3.º ciclo de 9 a 12 de janeiro de 1967.
- 4.º ciclo de 16 a 17 de janeiro de 1967.
- 5.º ciclo de 19 a 31 de janeiro de 1967.

Cada ciclo correspondeu à invasão de uma nova frente de origem polar que reforçou um poderoso anticiclone polar que se estabeleceu no Atlântico próximo ao litoral.

Como consequência das variações apresentadas, formaram-se sucessivas frentes frias e quentes que provocaram na região, quase constantemente, tempo instável, com chuvas ora esparsas ora generalizadas, por véses bastante fortes, mantendo o solo completamente empapado. Tal situação foi agravada com a maior pluviosidade do último ciclo, quando ocorreram os grandes deslizamentos.

Estudos climatológicos mostram que a ocorrência de “trombas d’água” não se restringe a esta área, existindo numerosos locais onde já se verificaram fortes concentrações de pluviosidade, como no vale do Muriaé (1948), em Santos (1956), no Rio de Janeiro (1966 e 1967), Caraguatatuba (1967) e no próprio local (1968).

Para estudarmos os deslizamentos há necessidade de se levar em consideração as chuvas que caíram anteriormente, pois foram elas as responsáveis pelo empapamento do solo, criando condições para os movimentos coletivos.

Foto 5 — Aspecto do assoreamento do Cacaria. A calha fluvial desapareceu confundindo-se com a estrada.

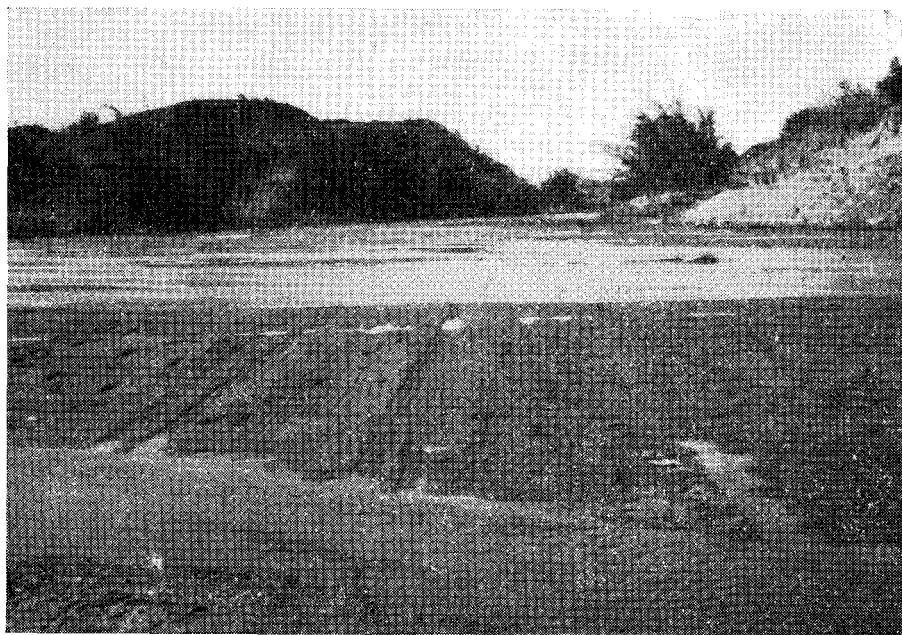




Foto 6 — O ribeirão da Floresta passou a divagar no meio das aluviões que entulharam sua calha, e hoje em dia tais sedimentos estão sendo aproveitados para a extração da areia.

Sempre que o homem rompe o equilíbrio nas vertentes, abrindo estradas, colocando plantações em fortes declives, não obedecendo a nenhuma prática de proteção às encostas, favorece-se a erosão acelerada.

As chuvas abundantes que tombaram na área empaparam completamente o regolito, ultrapassando o limite de equilíbrio, pois, enquan-

Foto 7 — A vegetação arbórea com suas raízes tende a fixar o manto regolítico, dificultando os deslizamentos.



to o material estava sêco, pôde permanecer em declive superior a 35°; passando a um estado semipastoso começou a fluir. A situação foi agravada com a tromba d'água responsável pelo lençol de escoamento que retirou a camada superficial do solo.

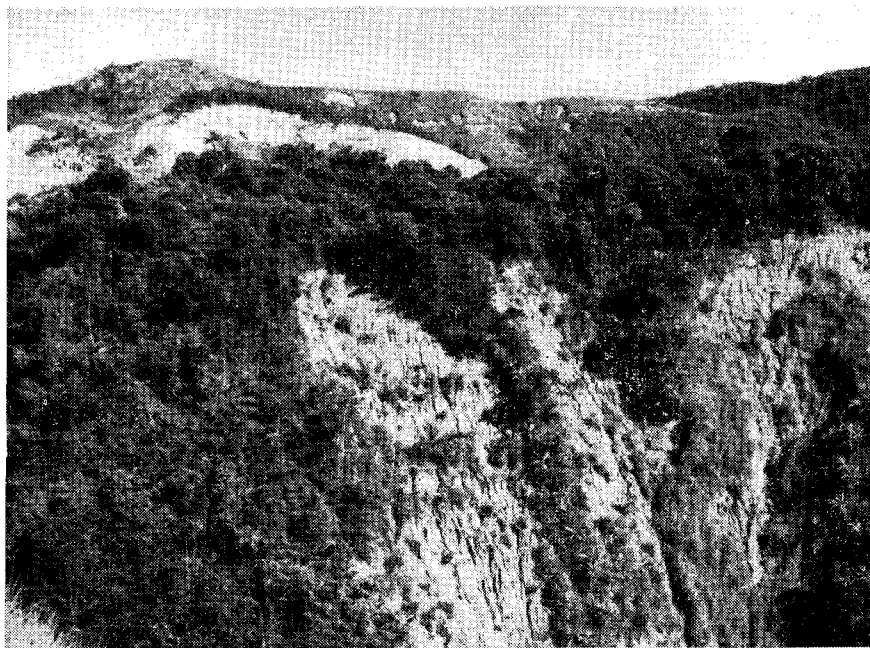
Os escoamentos concentrados e difusos transportaram encostas abaixo considerável volume de material sólido, provocando a queda de numerosas barreiras e a destruição de vários pontos da via Dutra.

Também a retirada da vegetação acima das estradas e nas encostas para a localização de residências provocou uma sobrecarga nas ravinas e em suas cabeceiras, onde a erosão vertical assumiu valores notáveis. Em alguns pontos chegou a solapar obras de arte, provocando seu desabamento.

O ribeirão da Floresta, que já apresentava um volume bem grande de água, devido às chuvas anteriores, acrescido pelo material transportado, ao encontrar, próximo à Ponte Coberta, duas pontes estreitas, sofreu um estrangulamento, provocando uma enchente; o riacho que normalmente tem 5 metros de largura, chegou, em uma série de lugares, a mais de 30 metros. Tal fato foi agravado por uma acumulação de areia e lama.

Isto provocou o desaparecimento do acampamento da Empresa Metropolitana de Terraplanagem onde viviam 300 pessoas, ficando desaparecidas cêrca de 180 que foram tragadas pelas águas. Um ônibus foi arrastado pelas águas cêrca de 2 km, havendo perecido seus 36 ocupantes. Aproximadamente 20 veículos e numerosas máquinas ficaram aí soterrados pela areia e lama que formaram um imenso depósito aluvial de mais de 2 metros de espessura em certos pontos. Tal material hoje em dia é explorado para extração de areia de construção.

Foto 8 — Nos fortes declives das cabeceiras o homem retirou a vegetação de mata substituindo-a por pastos e bananais. Quando ocorreram as fortes chuvas a erosão acelerada processou-se formando ravinas, reativando antigas bacias de recepção que se formaram no Pleistoceno.



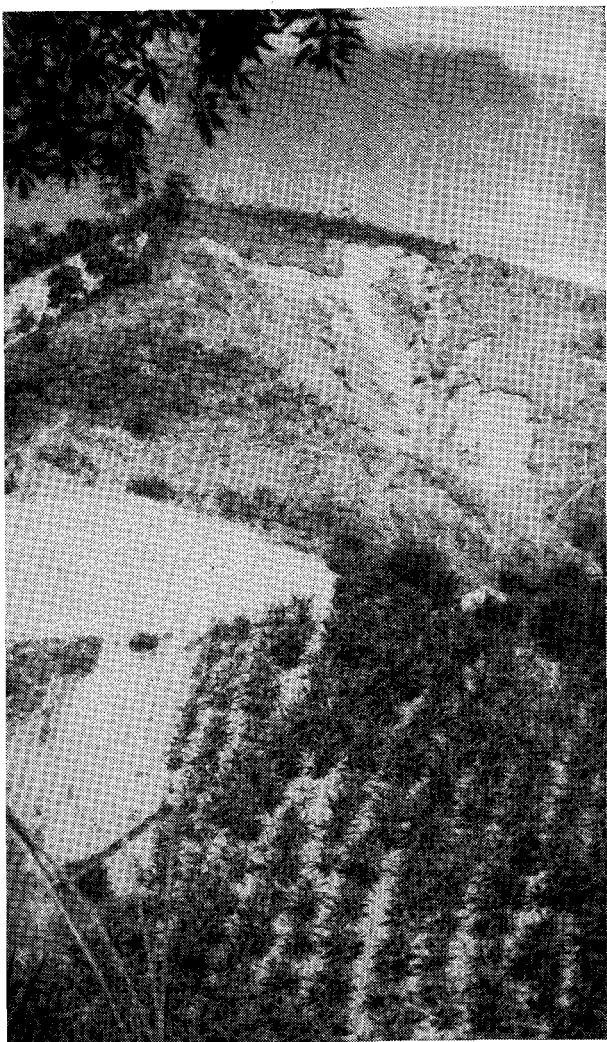


Foto 9 — A ravina ao norte do Monumento Rodoviário tem suas nascentes em áreas de forte declive. A concentração do lençol de escoamento na parte central e as enxurradas encarregaram-se de transportar um volume notável do manto detrítico.

Com os deslizamentos, muitas lavouras foram destruídas, principalmente nos arredores do Cacaria, do Mazomba, do Monumento Rodoviário e de Ponte Coberta, onde os bananais foram seriamente afetados. Muitas das residências das encostas ruíram, deixando um grande número de mortos e desabrigados.

O rio Cacaria, localizado ao sul da área em estudo, antes da enchente de janeiro de 1967, apresentava uma calha fluvial de 2 a 4 metros, sendo difícil sua travessia. Após essa data o vale ficou completamente assoreado pelos sedimentos. Isto foi favorecido por seu fraco declive e pelo represamento provocado pela enchente do ribeirão das Lajes.

O assoreamento pode ser também observado no ribeirão da Floresta no Km 56 e em um riacho na pista de descida, onde chegou a soterrar algumas construções rurais.

As instalações da Rio-Light S/A (responsável pelo abastecimento de energia elétrica na Guanabara) foram bastante danificadas, pois o excesso d'água trazendo consigo, encosta abaixo, toneladas de lama, invadiu e inundou grande parte da Usina Nilo Peçanha, geradora de energia elétrica e comprometeu seriamente o fornecimento de Fontes e

Pereira Passos. Malgrado a interligação com o sistema S. Paulo, o *deficit* registrado foi de 55% no início daquela época de racionamento.

O mesmo aconteceu com o fornecimento de água, havendo uma redução da ordem de 1 320 000 000 de litros diários nos primeiros dias após as enchentes.

Todos êsses desastres associados à interrupção da via Dutra afetaram o abastecimento do Rio de Janeiro e serviram para chamar a atenção de um fato: a necessidade de um estudo das amostras de áreas-problema e atenuar as conseqüências dos deslizamentos do regolito.

Naturalmente, as obras para tornarem uma encosta estável são de grande vulto, sendo quase impossível vencer os fatores econômicos para a construção de uma rodovia. Várias mudanças de grande alcance, entretanto, já foram tomadas em alguns pontos das encostas.

A Ação do Homem

Mesmo que as chuvas fôssem excepcionais, dificilmente teríamos estragos e deslizamentos na serra das Araras, se não fôsse o abuso do homem na utilização das encostas.

Não devemos encarar o problema com fatalismo, atribuindo a responsabilidade dos movimentos coletivos a chuvas, pois acreditamos que, com medidas de longo alcance, poderíamos restringir sua ação destruidora.

O homem não pode comandar a intensidade e o regime das chuvas, entretanto, pode atenuar os efeitos da água que escoia sobre a superfície da terra e que se infiltra nos solos.

Foto 10 — Outro aspecto da ravina ao norte do Monumento Rodoviário, vendo-se à direita a pista de descida. Os fortes declives, a retirada da vegetação, a implantação da rodovia e as fortes chuvas foram os responsáveis pelos grandes deslizamentos nesta área.



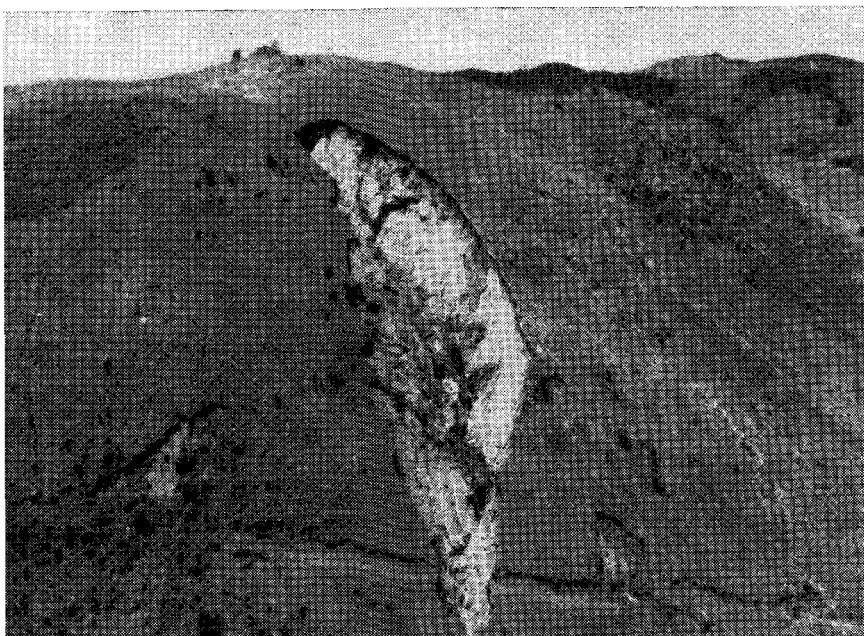
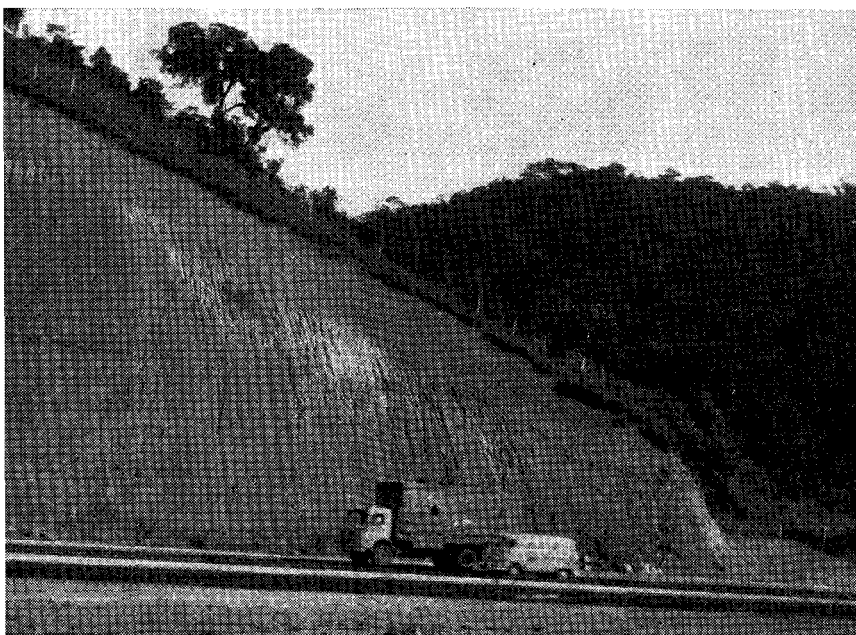


Foto 11 — Aspecto de uma voçoroca que foi fortemente reativada após chuvas de 1967-1968. Pode-se entrever à esquerda na foto, algumas ravinas esboçadas indicando uma primeira concentração do escoamento.

Inicialmente a mata original que revestia tãda a região oferecia, com suas copas, um obstáculo à ação direta das chuvas. Como se sabe, nas áreas florestais, parte da água das chuvas é retida nas copas e eva-

Foto 12 — Os cortes da estrada junto do Pôsto Fiscal no alto da Serra das Araras mostram bem o solo amarelado que forma um capeamento sôbre o material alterado de côr acastanhada. Os solos amarelos na foto se apresentam com uma tonalidade mais escura. A erosão pluvial e o lençol de escoamento ocasionaram o aparecimento de sulcos que são mais comuns no solo acastanhado.



porada lentamente e só uma fração, já com pequena capacidade erosiva, atinge o solo, raramente se organizando um lençol de escoamento, pois a água é rapidamente absorvida pelo solo.

A ação antrópica na área manifestou-se inicialmente pela retirada da vegetação florestal, substituindo-a por plantações de café que forneciam cobertura bastante deficiente ao solo, ficando este, o colúvio e o regolito sujeitos à erosão, uma vez que as gotas de chuva passaram a atingir diretamente a superfície do terreno. Não havendo mais a vegetação florestal capaz de fornecer substância orgânica, suficiente o húmus diminui, chegando mesmo a desaparecer.

Os pastos e as capoeiras que substituíram o café forneceram inicialmente certa quantidade de substância orgânica que, entretanto, era insuficiente. A água superficial, carregando os elementos finos deixa apenas uma camada endurecida que só permite a penetração lenta de água. Outra forma de penetração da água processa-se pelas fendas de dissecação bastante comuns na área.

São necessários vários dias de chuva para que a água penetre consideravelmente no solo.

A matéria orgânica que se forma na área de capoeirão transforma progressivamente o solo, formando aglomerados nos horizontes superficiais, o que favorece a absorção de parte da água.

Mais recentemente, com o aumento do número de derrubadas de floresta na área em estudo, seja para a produção de lenha seja para a instalação de roças, deixou o solo exposto à ação das chuvas, e predisposto à erosão, que é tão mais intensa quanto maior fôr o índice de pluviosidade.

Em janeiro de 1967 as chuvas que tombaram na noite de 22 para 23 foram muito intensas. Basta dizer que em 24 horas os totais foram: Ipê 225,0 mm; Lajes 248,4 mm; Faz. Sta. Rosa 275 mm.

A análise do pluviômetro e dos dados fornecidos pelo pluviômetro instalado em Lajes, mostra que as chuvas que tombaram entre 21,30 horas do dia 22 e 7,00 horas do dia 23 atingiram a 185 mm, sendo que entre 21,30 e 22,30 horas chegou a 94 mm, que corresponde aproximadamente a 1,57 mm de chuva por minuto, índice muito elevado. Levando-se em consideração que a estação onde tal índice foi registrado está em uma cota relativamente baixa e que existem numerosos locais mais elevados na área em estudo, onde ocorreram numerosos deslizamentos, acredita-se que a pluviosidade aí deve ter atingido valores muito maiores.

Os fortes declives superiores a 35° na região, a ausência de uma cobertura arbórea contínua e o empapamento do manto coluvial pelas chuvas abundantes que haviam tombado na área em dezembro de 1966 e janeiro de 1967, criaram condições favoráveis à série de deslizamentos que ocorreram quando a enxurrada trabalhou na área.

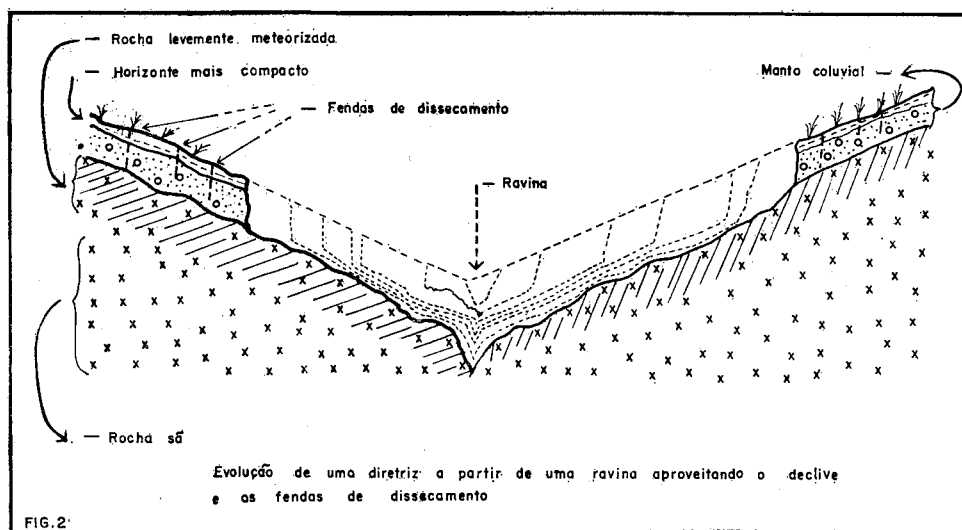
Em alguns pontos, onde a floresta havia sido retirada recentemente, a dessoloagem foi tão violenta que foram carregados cerca de 40 centímetros da camada superficial. Desta forma, a dessoloagem é responsável pela remoção de um volume considerável de solo.

Com o transporte de material em áreas de forte declive começou uma hierarquização da drenagem que passou a concentrar-se, formando sulcos que romperam o horizonte superficial, atingindo a camada de colúvio. Este trabalho foi facilitado pela ausência de vegetação.



Foto 13 — Mesmo nas áreas cobertas por vegetação rasteira, os solos são relativamente protegidos: muitas gotas de chuvas não lhe atingem a superfície, ficando retidas nas folhas ou mesmo reduzindo consideravelmente sua energia cinética.

Inicia-se então o descalçamento do manto coluvial que começa a desmoronar.



Evolução de uma cicatriz a partir de uma ravina, aproveitando o declive e as fendas de dissecamento.

A cicatriz evolui rapidamente rompendo-se a camada superficial. Aproveitando principalmente as fendas de dissecamento, os blocos destacados e outros produtos são transportados, durante as chuvas, para



Foto 14 — Aspecto das obras de sustentação no km 62 da pista de descida. As diáclases curvas originam placas em torno das quais a umidade atua, podendo contribuir para a queda dessas placas. Para que tal não aconteça elas são fixadas à massa rochosa do substrato através de tirantes de aço.

o interior da ravina que se aprofunda e se amplia lentamente na rocha meteorizada. Com o tempo duas ou mais ravinas se juntam, havendo coalescência das mesmas.

As ravinas podem ter origem em caminhos ou trilhas que correm no fundo do vale, podendo, em sua evolução, constituir torrentes.

É interessante assinalar que a pequena espessura do manto coluvial, que mal atinge 2 metros, limita consideravelmente a profundidade da camada removida. Desta forma não se observa praticamente nenhuma voçoroca, a não ser em um ponto quase no fim da pista de descida, onde a rocha está mais meteorizada.

Várias são as causas que podem provocar os deslizamentos. Dentre elas citamos:

- a) declives acentuados
- b) vegetação rala ou inexistente
- c) solos diferentemente compactados
- d) intenso processo de meteorização, predominantemente química, na superfície das encostas
- e) infiltração das águas pluviais com erosão e meteorização diferencial interna
- f) descontinuidades litológicas ou estruturais
- g) abaixamento do lençol freático que ocorre nos cortes
- h) descontinuidades do estado (úmido-sêco)
- i) descalçamentos

Os declives, à proporção que aumentam, ultrapassando os 37°, tornam bastante precário o equilíbrio, favorecendo a ação dos componentes de gravidade.

A rala cobertura vegetal ou sua inexistência favorece o escoamento superficial, originando sulcos e provocando descalçamentos laterais que favorecem a formação de cicatrizes.

A umidificação das argilas e posterior dessecação provocam fendilhamentos que são aproveitados pelas águas de infiltração. Estas, penetrando nas fendas, vão encharcar a massa meteorizada. Com o tempo aumenta consideravelmente o peso do conjunto, encharcando e provocando acamamento que irá favorecer a formação de novas fendas.

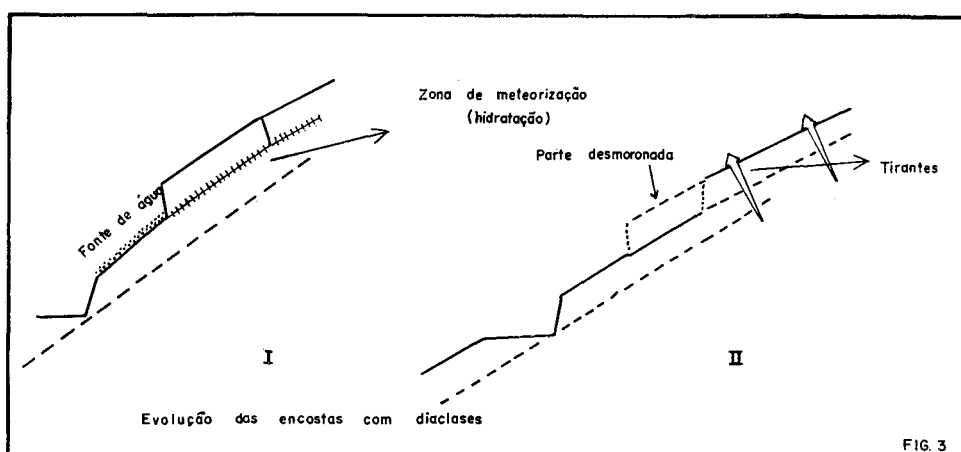
No contato com a rocha alterada temos, muitas vezes, a formação de rampas de escorregamento, reduzindo de maneira considerável as condições de estabilidade, podendo provocar um deslizamento considerável.

O abaixamento do lençol freático torna-se bastante grave, pois atinge até as camadas impermeáveis, que podem ser representadas pela própria rocha, provocando meteorização diferencial interna.

A elevação do lençol freático até a superfície do terreno favorece os deslizamentos superficiais devido à saturação do terreno, aumentando consideravelmente o peso do regolito que acaba se deslocando encosta abaixo.

A existência de juntas de descompressão nas áreas de rochas cristalinas pode favorecer os desabamentos, obrigando a uma série de obras de contenção, como a colocação de tirantes de aço para fixação das grandes placas rochosas.

As juntas de descompressão ampliam-se pela hidratação dos feldspatos. O aumento do volume alarga as juntas, podendo provocar a ruptura das mesmas. A hidratação é originada pela circulação do lençol freático.



A formação de uma rampa de deslizamento, seja ao longo de uma descontinuidade litológica seja devido ao conhecimento, é o que caracteriza os deslizamentos maciços, os quais podem afetar largas extensões das encostas.

No caso da serra das Araras as condições foram relativamente complexas, prevalecendo, entretanto, os deslizamentos subsuperficiais que

assumiram um grande destaque, principalmente como consequência de chuvas quase constantes durante um período de 2 meses, que culminaram com a tromba d'água. A pobreza da cobertura vegetal e a descontinuidade do material coluvial com relação à rocha alterada criaram possibilidades para a série de deslizamentos ali ocorridos.

CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDOS

A área de estudos compreende a bacia de recepção do ribeirão da Floresta que abrange, em conjunto, uma grande cabeceira, dando uma forma aproximadamente subtriangular. Pode-se observar que ela é constituída por uma série de cabeceiras de 2.^a ordem, de forte declive, ocupadas pelas nascentes dos afluentes do ribeirão.

Estas formas de erosão certamente estão ligadas a um clima do passado, quando ainda não estava instalada permanentemente a vegetação de mata. Os processos morfogenéticos eram de erosão em lençol e deslizamentos. Ao haver a transição do clima seco para o úmido tivemos uma forte ação fluvial quando então as enxurradas e os rios, aproveitando as linhas estruturais que existem na região, trabalharam intensamente, modificando os vales em V. A erosão foi perdendo gradativamente a intensidade à proporção em que a vegetação florestal ocupava a região, paralisando praticamente a mesma.

As bacias de recepção formaram-se provavelmente no Pleistoceno, quando o clima e a cobertura vegetal eram bem diversos do atual. Houve fases áridas e úmidas, sendo bem grande a movimentação do material nas encostas em determinadas fases.

O caráter da vegetação primitiva foi modificado completamente pelo homem, restando apenas manchas de capoeirões e capoeiras ralas. Grande parte da área está ocupada por pastos. Esta alteração da cobertura vegetal provocou o rompimento do equilíbrio das encostas, reativando a erosão laminar, favorecendo numerosos deslizamentos, pois a vegetação não mais protegia a lâmina coluvial. Fato semelhante deve ter ocorrido, no passado, quando o clima seco cedia lugar ao úmido.

O substrato da área em estudo é constituído quase predominantemente de gnaisses e biotita que se apresentam bastante enriquecidos em granadas, o que indica terem os gnaisses sofrido grande metamorfismo. Os diastrofismos a que a área esteve sujeita foram bem enérgicos e os gnaisses apresentam uma direção geral de 250° e uma inclinação aparente para o norte que influi localmente na espessura de regolito. Ao norte do alvéolo, próximo à localidade Caçara e no Sítio da Jaqueira, temos afloramentos de granitos que originam localmente grandes matações. Estes granitos parecem estar relacionados, provavelmente, a uma granitização que os gnaisses sofreram durante os movimentos orogênicos pré-cambrianos.

No conjunto, como consequência de uma série de esforços quando provavelmente se originou a serra do Mar, surgiu uma série de diáclases, em que as mais importantes grupam-se em torno de 288°, inclinações de 87° — NE.

As rochas apresentam-se recobertas por um manto de alteração de espessura variável, atingindo, em alguns pontos, a mais de 30 metros, sendo formado por uma lâmina superficial de colúvio que varia de espessura de alguns decímetros a quase 2 metros.



Foto 15 — Em algumas encostas íngremes onde ocorreram deslizamentos a vegetação foi retirada completamente. Posteriormente, pelo seu poder de disseminação, o capim gordura colonizou rapidamente estas áreas, como pode ser observado na mancha escura de vegetação rasteira à esquerda da foto.

Nas áreas de declive mais enérgico, onde temos mais de 40° de inclinação, ocorrem normalmente deslizamentos. Estes se verificam em áreas de vegetação diversificada.

Para compreensão dos deslizamentos temos que examinar a circulação da água, fator decisivo na ocorrência dos mesmos.

Durante as fortes chuvas que tombaram em janeiro de 1967, em consequência da retirada da vegetação, tivemos um rápido empapamento do solo, com uma circulação intensa do lençol de infiltração. Neste período certas argilas do grupo ilita provavelmente absorveram grande quantidade de água, passando a um estado pastoso, o que favoreceu os deslizamentos. Em outros lugares, após a super-hidratação do solo, toda a água passou a circular superficialmente, havendo uma intensa dessolagem que chegou a ultrapassar a 40 centímetros, como próximo ao sítio de Jaqueira, nos arredores de Caiçara.

A remoção da vegetação para a implantação de roças, instalações humanas, caminhos, estradas e também as capoeiras que sucedem às lavouras podem ser responsabilizadas pelo rompimento do equilíbrio das encostas. Os caminhos evoluindo, muitas vezes, podem transformar-se em ravinas.

O forte declive existente em muitos pontos não permite o desenvolvimento de uma espessa camada de colúvio que mal atinge meio metro.

O descalçamento provocado pelos taludes e cortes para a construção de estradas e casas, provocou a concentração da água e favoreceu os deslizamentos.

Da mesma forma, a existência de diáclases concêntricas, onde a rocha aflora, como ao sul da encosta, onde se localiza o Monumento



Foto 16 — Aspecto de uma das obras executadas para atenuar os efeitos das águas pluviais. Tais obras são necessárias a fim de evitar a intensificação da erosão que ocorre nas encostas muito íngremes.

Rodoviário, favoreceu ali a corrida de blocos, após a remoção superficial do manto de colúvio.

Influiu também nos deslizamentos a exposição das encostas voltadas para o lado de onde provêm as massas úmidas.

Foto 17 — Os cortes de estradas desprotegidos de vegetação e o material mal consolidado dos aterros favorece os deslizamentos em vários trechos da serra das Araras.



A movimentação do atêrro contribuiu sobremaneira para a formação de deslizamentos consideráveis, onde não havia qualquer trabalho de proteção. Como consequência acumulou-se um volume de material aluvial notável nos baixos cursos das ravinas onde encontramos, ao lado de argila, pedaços de canos dos bueiros, cimento das obras de arte que, descalçados, tombaram e foram carregados pela enxurrada.

Dentre as áreas dos deslizamentos, estudaremos mais detalhadamente a ravina ao norte do Monumento Rodoviário. É um vale profundo de encostas íngremes que ultrapassam, geralmente 30°. A vertente da direita se apresenta com maior declive e mais entalhada do que a da esquerda. Nesta encosta íngreme é que foi implantada a estrada. Para êsse fim foram feitos cortes que provocaram o descalçamento da pavimentação em vários pontos. A retirada de grande parte da vegetação original, a montante, contribuiu para o desencadeamento de processos que motivaram movimentos coletivos do solo.

Na vertente esquerda, por sua vez, quase não ocorreram deslizamentos. A camada de colúvio é relativamente pouco espessa e a rocha alterada aparece a cada passo, podendo-se entrever as camadas inclinadas suavemente para noroeste, com pastagens, alguns bananais e capoeiras. Em sua parte inferior, antes de atingir o Ribeirão da Floresta, é cortada pela pista de subida que foi construída em um atêrro. A existência desta obra provocou a sedimentação de grande quantidade de argila e areia.

Casos Típicos

Alguns casos serão focalizados através do exame do regolito, da declividade, da circulação das águas, da interferência humana e, sempre que possível, será apresentada uma conclusão preliminar.

Foto 18 — Em alguns pontos, onde a vegetação natural havia sido retirada, a dessoloagem foi tão intensa por ocasião das fortes chuvas, que chegou a retirar uma espessura de cerca de 40 cm de solo arável.



1.º movimento — Em forma de colher, localiza-se pouco a montante da descida da Rio—S. Paulo (Via Dutra), em uma área de forte declive, onde é feita a tomada de água para as instalações do Monumento Rodoviário. O colúvio foi completamente carregado, chegando a aparecer a rocha bastante alterada.

Litologia e estrutura — A rocha é representada por um gnaiss bastante rico em granada, de direção aparente 247° e inclinado de 43° para noroeste. Apresenta algumas diáclases que favoreceram a incisão de pequenas ravinas.

A granada geralmente se altera muito rapidamente, tendo originado o saibro pela alteração.

Regolito — A espessura do regolito atinge no máximo 2,5 metros, variando a espessura média entre 1 e 1,50 metros. Sua gênese é favorecida pelas diáclases regionais. Quanto à natureza e a textura, nota-se o esboço de um horizonte superficial com pequena quantidade de húmus, o que favorece a permeabilidade onde está o colúvio. Este horizonte sofreu redução quando a mata foi retirada e apresenta uma série de fendas de dissecamento que cortam a camada coluvial durante a estação seca.

Declividade — O declive nas vertentes mais íngremes foi de 36° e no interior da bacia varia de 25° a 30° .

Circulação das águas — A área é uma cabeceira de recepção de água. Durante a seca as águas do lençol freático são recolhidas numa caixa coletora e quando existe excesso de água ela escorre e atinge o vale. A circulação das águas superficiais sob a forma de lençol de escoamento difuso também empapa completamente a parte inferior do colúvio, chegando a formar fontes periódicas.

Foto 19 — Resto de um capoeirão na Serra das Araras, contendo ainda remanescentes da mata primitiva, sobressaindo na foto um jequitibá que aparece em destaque por sua altura. No primeiro plano observa-se a implantação de bananais junto das poucas áreas de cobertura vegetal mais densa ainda existente na área.



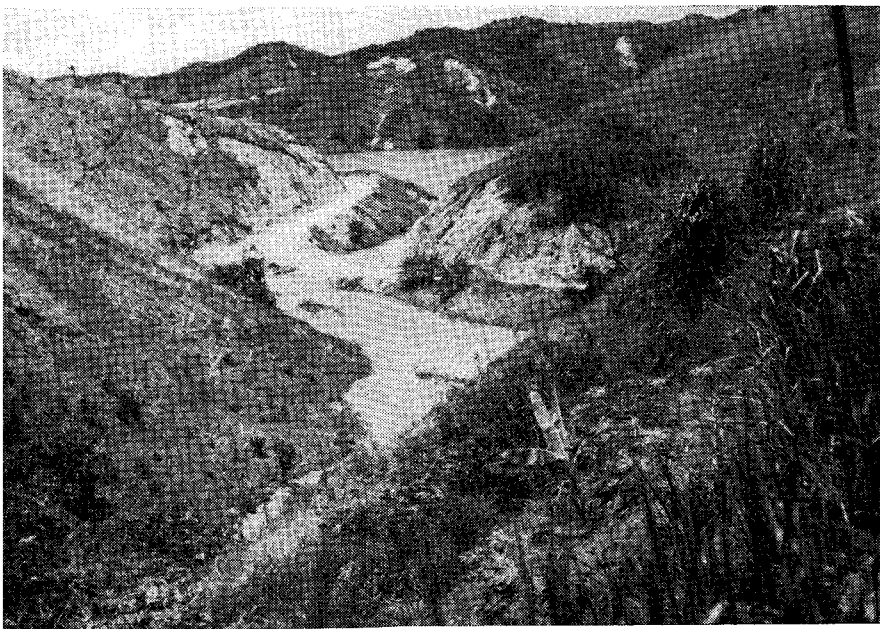
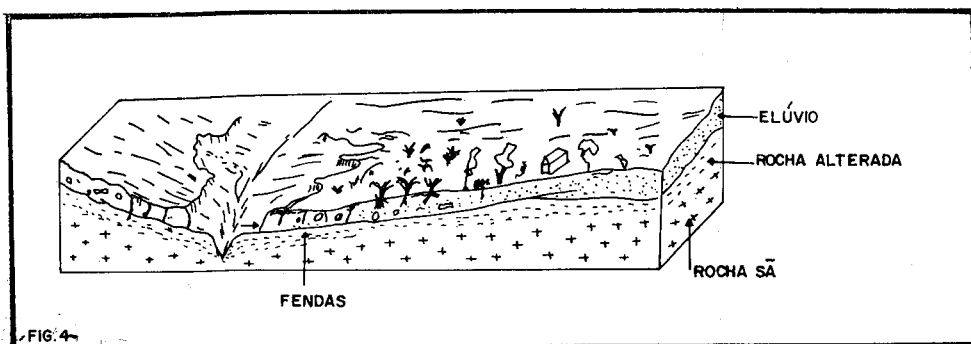


Foto 20 — Nas áreas campestres os cortes das rodovias e as fortes chuvas provocaram deslizamentos subsuperficiais que, na realidade, correspondem a uma movimentação considerável de sedimentos.

Vegetação — A cobertura vegetal é rala, composta de gramíneas, com exceção das partes mais elevadas recobertas por restos de capoeiras baixas e descontínuas.

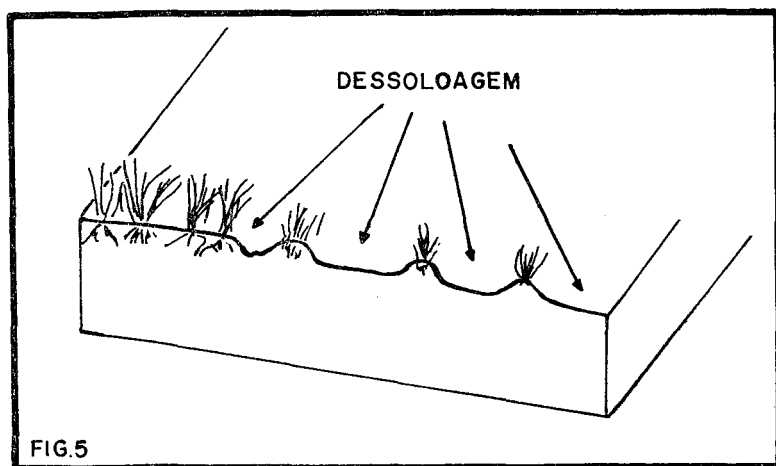
Ação humana — A estrada foi construída cortando a porção média inferior. Existem habitações, caminhos, caixa d'água e as encostas são ocupadas por pastagens, sendo visíveis as marcas de antigos cafèzais.

Com a retirada da vegetação original (mata úmida costeira) para as primeiras plantações de café, o homem rompeu o equilíbrio das encostas, expondo o solo a uma extensa erosão. Isto perdurou mesmo quando esta lavoura foi substituída pelas pastagens. Como consequência houve um endurecimento progressivo do horizonte superficial. Entretanto, a concentração do lençol de escoamento no centro da ravina e um pequeno caminho expuseram a área à ação da enxurrada, formando-se um sulco.



Posteriormente os horizontes inferiores ficaram empapados de água, descalçando a parte superior que tombou, sendo carregada pela enxurrada, constituindo o material de sapa que intensificou a erosão na parte central da ravina. Esta ação foi controlada pela espessura do regolito, que oscilava entre 1 e 1,5m.

Nas áreas mal recobertas pela vegetação a erosão em lençol retirou grande quantidade de solo deixando apenas pequenos montículos recobertos por tufos.



2.º movimento — Compreende uma série de deslizamentos ao norte da elevação do Monumento Rodoviário, na pista de descida da Rio—São Paulo, resultante da sobrecarga na estrada e trabalho de solapamento nos pontilhões, tendo havido mesmo a destruição de alguns.

Litologia e estrutura — A rocha é formada por gnaisses e biotita contendo granadas, com uma inclinação geral para o norte segundo a encosta da ravina. É cortada por diáclases que favorecem a incisão de alguns afluentes sôbre os quais foram instaladas pontes de estradas de rodagem.

Declividade — A declividade é enérgica, superior a 30º, chegando a atingir 38º, o que favoreceu a formação dos deslizamentos.

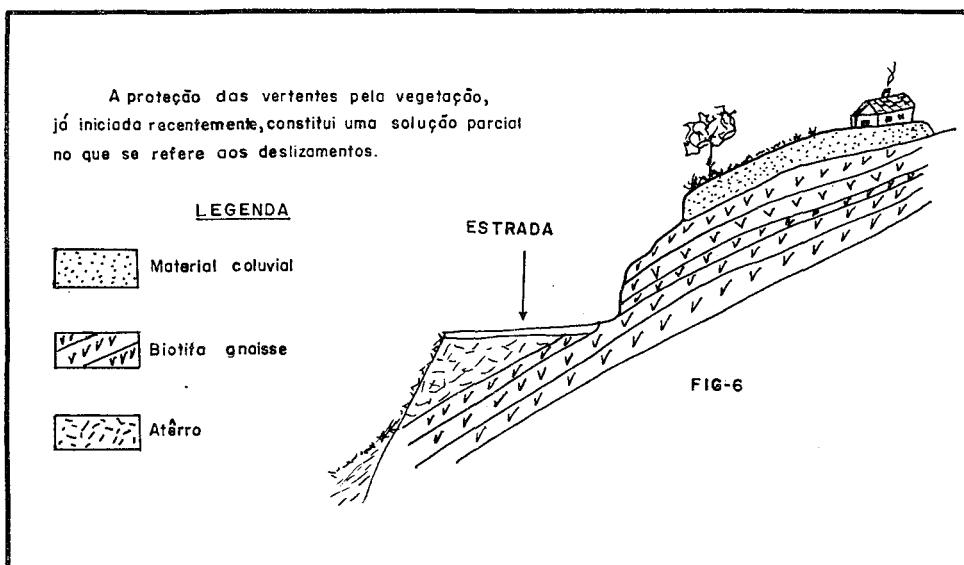
Circulação das águas — A água superficial concentrou-se nos afluentes pequenos que foram parcialmente protegidos antes da enxurrada de janeiro de 1967.

A infiltração normalmente empapa o manto coluvial. Durante as fortes chuvas tal ação foi aumentada, chegando a fluir uma verdadeira corrida de lama, acentuada pelo material de aterro não consolidado nem protegido por vegetação. Contribuíram ainda o descalçamento e os cortes da rodovia.

O volume excepcional de água solapou as pistas e os pontilhões.

Vegetação — A vegetação atual é representada por uma capoeira muito descontínua, em meio a qual emergem árvores isoladas. O desaparecimento da floresta provocou uma intensa erosão local.

Ação humana — A retirada da vegetação para plantações, os cortes que descalçaram o material coluvial, os aterros não consolidados e obras de arte sem grandes proteções, submeteram as encostas a uma série de deslizamentos.



A proteção das vertentes pela vegetação, iniciada recentemente, constitui uma solução parcial no que se refere aos deslizamentos, diminuindo a ação do escoamento e atenuando o efeito da erosão superficial.

O declive muito forte não permite o desenvolvimento de uma espessa camada de colúvio, sendo esta inferior a 0,5 m, o descalçamento provocado pela construção de estradas, de pontes e a concentração de água em determinados pontos, aliados à intensa e prolongada pluviosidade acarretaram um deslizamento considerável. A canalização das águas superficiais em pontos críticos também serve para proteger a estrada e os pontilhões.

3.º movimento — Compreende uma série de deslizamentos ao sul da elevação do Monumento Rodoviário, na pista de descida da Rio—São Paulo (Presidente Dutra). É resultante de processos complexos ou seja, reptação da lâmina coluvial sobre uma rampa de escorregamento, provocando ali desabamento de algumas placas rochosas formadas em consequência das juntas de descompressão.

Litologia e estrutura — A rocha é formada por um gnaiss à biotita que sofreu intensa granitização, funcionando como material homogêneo. Apresenta um mergulho em direção ao N. que, entretanto, não parece afetar os deslocamentos, e uma série de diáclases curvas que influem na própria evolução das encostas.

O manto coluvial tem uma espessura que, nas áreas de declive superior a 33°, mal atinge um metro e meio.

Declividade — A declividade é enérgica mesmo onde o manto coluvial é superior a 30°, chegando a 35°.

Circulação da água — Durante a estação úmida a água da chuva empapa regularmente o manto coluvial e o lençol freático chega a penetrar através de fendas, atingindo as juntas de descompressão, ao longo das quais os feldspatos são hidratados, o que agrava o problema de meteorização.

Com as chuvas abundantes, o escoamento superficial assumiu grande importância, passando a transportar quantidade considerável de material. Isto foi agravado pelo mecanismo de humidificação do colúvio, que foi descalçado, quer pelos cortes de rodovia quer pela formação de ravinas, deslizando ao longo do plano de escorregamento segundo as diáclases.

Vegetação — A vegetação atual é muito reduzida, sendo praticamente ausente e onde temos a lâmina coluvial aparece uma capoeira rala, ainda incapaz de servir de obstáculo à ação da erosão superficial, não impedindo os deslizamentos.

Ação humana — A retirada da vegetação para plantações e o corte da estrada de rodagem, além de descalçarem a lâmina coluvial, submeteram as encostas a uma erosão intensa e a deslizamentos. Onde existem as lâminas rochosas, em equilíbrio precário o homem colocou uma série de esteiras de aço, fixando as placas rochosas para evitar os desabamentos.

CONTRÔLE DA EROSÃO

O combate à erosão do solo só pode ser conseguido se a técnica utilizada focalizar cada quilômetro quadrado da bacia hidrográfica. Como não podemos controlar a quantidade de chuva e sua distribuição na superfície, responsável pela intensa erosão observada, devemos procurar atenuar seus efeitos danosos controlando o escoamento das águas.

Inicialmente deve-se procurar evitar o impacto direto das gotas de chuvas na superfície do solo, responsável pela plúvio-erosão e pelo deslocamento das partículas terrosas. Como afirma CHRISTOFOLETTI (1968) "A chuva caída sobre o solo exerce ação de arrancamento e de deslocamento das partículas terrosas. Este efeito agressivo varia de acordo com sua intensidade, duração e quantidade da precipitação. Mas as consequências também são variáveis conforme as propriedades do solo que oferece resistência mais ou menos pronunciada".

As maiores gotas de chuva chegam a 9 mm e seu impacto provoca a movimentação das partículas de forma inconstante, podendo a mesma partícula ser deslocada na encosta, ora para cima ora para baixo, conforme sua posição frente ao impacto da gota que a atinge. Originam-se, na realidade, um movimento de saltitação que tende a libertar as partículas da superfície do solo:

Observações referidas por CHRISTOFOLETTI citam o deslocamento de partículas a mais de 50 cm nos solos sem cobertura vegetal. Isto, naturalmente, vai também depender do tamanho das partículas: sendo muito grandes serão menos deslocadas.

O recobrimento do solo por uma vegetação rasteira já impede o impacto direto das gotas na superfície, reduzindo-lhe a energia cinética. Havendo, entretanto, grande quantidade de chuvas, de grande

intensidade pode a água descer pelas folhas e atingir o solo onde, sem possibilidade de escorrer facilmente, tendem a penetrar, empapando progressivamente o horizonte superficial. Os deslocamentos da lâmina superficial são dificultados pelo sistema radicular e pelos caules subterrâneos. Grande parte da água que cai sobre as folhas volta à atmosfera sob a forma de vapor e parte que está no interior do solo reverte pela transpiração através dos estômatos.

Somente quando a pluviosidade é excessiva organiza-se o lençol de escoamento difuso que, nas regiões de forte declividade, pode chegar a constituir ravinas.

No caso das florestas e capoeiras, embora florística e mesmo fisionômica diferentes, apresentam semelhanças com relação aos processos morfoclimáticos.

As árvores interceptam na copa um volume considerável de chuva que volta à atmosfera sob a forma de vapor d'água. Somente uma parcela atinge a parte inferior, onde encontra novo obstáculo à sua queda livre, representado pela vegetação do sub-bosque e do tapete herbáceo que, associados aos detritos vegetais que tombam à superfície, constituem um empecilho à organização do escoamento. As raízes das árvores e da vegetação rasteira formam um intrincado que retém o colúvio mesmo nas encostas de inclinação forte.

A vegetação retira uma quantidade relativamente considerável de água do solo que é lançada no espaço e como a superfície foliar é relativamente grande, a transpiração observada nas áreas de vegetação arbórea e arbustiva é maior do que nas áreas recobertas só por gramíneas.

Compreende-se, em vista do exposto, por que para combater a erosão nas encostas deve-se procurar recobri-las com uma vegetação que permita uma transpiração mais intensa.

Na serra das Araras já existe preocupação quanto à fixação do manto coluvial, utilizando-se o plantio de gramíneas de rápido crescimento e bom escoamento, como o capim colônio (*Panicum maximum*).

Tentamos estudar as comunidades vegetais que evoluem a partir de antigas cicatrizes para têmos uma idéia de recomposição da vegetação até o estágio florestal, entretanto tal tarefa necessitaria um prazo de vários anos de observações, coisa de difícil execução. Únicamente figuram o estudo das principais comunidades vegetais da serra, trabalho que pode ser continuado posteriormente, depois de vários anos de intervalo, para têmos idéia do tempo necessário para a recomposição.

Acreditamos que uma das medidas necessárias para o combate à erosão será converter a área, onde temos as pistas de subida e descida da via Dutra, bem como a dos reservatórios da Light, em uma reserva florestal, pois a intervenção do homem, direta ou indiretamente, foi a responsável pela movimentação das terras nesta área.

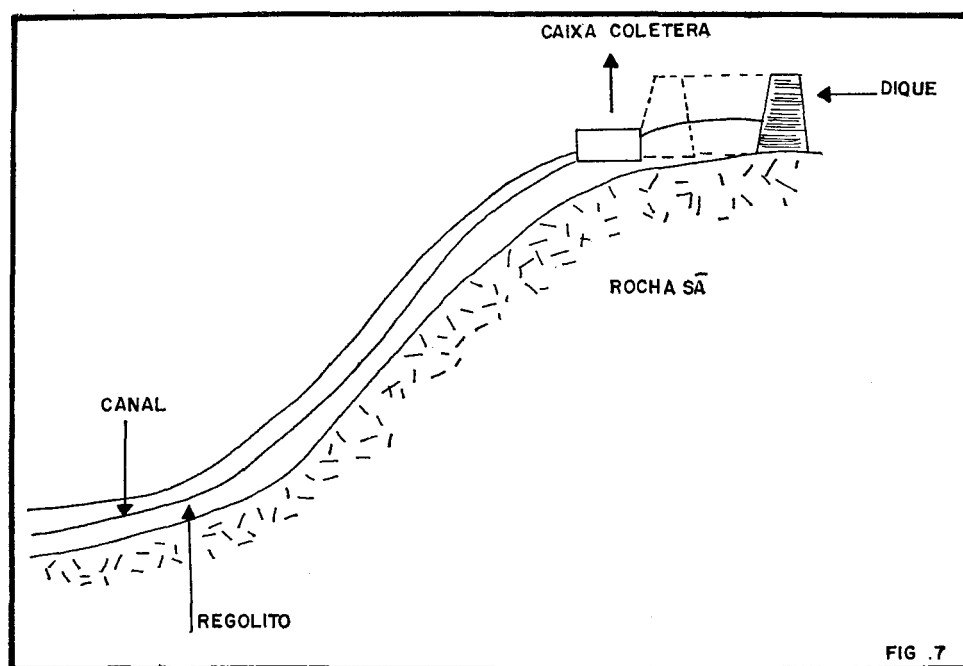
O deslocamento dos animais nos pastos, em certos locais, tem contribuído para incrementar a erosão por sulcos e a descida do gado para as aguadas invade os caminhos com ravinas em pouco tempo. A atividade pastoril deve, portanto, também ser evitada na área da serra das Araras.

A ocupação das encostas deveria unicamente se restringir às áreas de fraco declive, sendo observada, entretanto, a prática de conservação dos solos, tais como construção de valetas coletoras em curvas de nível para evitar o êxodo de fertilizantes dos solos e a erosão.

Embora a queda da chuva gere a primeira fase da erosão como fator de destruição da superfície, o verdadeiro agente de transporte é o escoamento superficial.

Quando a quantidade de água precipitada é maior do que a velocidade de infiltração, inicia-se o escoamento superficial, constituindo-se uma área de filetes. Estes filetes, à medida que descem as encostas, ampliam-se e propiciam a formação da enxurrada. Pela sua ação, a enxurrada deixa marcas mesmo nas áreas de pastagens, quando o declive ultrapassa a 30°. ALMEIDA, Hélio Romito de (1968-A) apresenta algumas sugestões para o controle dos movimentos da massa.

Sempre que as chuvas excessivas encharcaram rapidamente a encosta, as águas de cabeceiras das vertentes pouco estáveis devem ser



desviadas, o que é feito por um processo relativamente simples. Deve-se construir um dique em forma de arco de círculo voltado para jusante, tendo seus alicerces fixados na rocha sã para que não se desloquem. É necessária uma caixa coletora de água e um canal que transporte a água até a base da cicatriz.

Os deslizamentos podem ser atenuados com a construção de diques de contenção associados a drenos para coletar o excesso de água mesmo com um simples enrocamento.

Outro método consiste na construção de quadrículas de concreto que possuem o mesmo efeito dos diques de pedra, sendo utilizados de preferência onde pouco esforço é exigido na contenção do regolito.

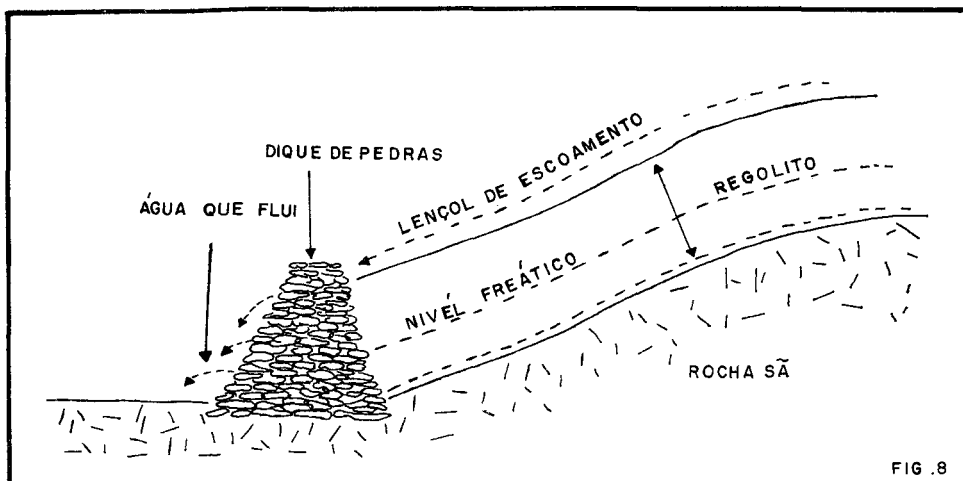


FIG. 8

Quando, entretanto, deseja-se escorar grandes volumes de terra ou rocha, pode-se utilizar diques de concreto armado com drenos que podem ser fixos na rocha sã, a montante, por tirantes de aço.

Grande é o número de soluções que a engenharia apresenta. Entretanto, é importante um trabalho de equipe, onde geólogos, geomorfólogos, pedólogos, biogeógrafos e climatólogos possam colaborar nos projetos de contenção de encostas, ao lado dos engenheiros, para encontrar soluções satisfatórias.

É preciso lembrar que a Região Sudeste está sujeita a chuvas do tipo "tromba d'água" semelhantes àquelas tombadas em Ribeirão das Lajes na noite de 22-23 de janeiro de 1967. Pesquisas que realizamos em *Boletins de Climatologia*, entre 1910—1933, revelaram que chuvas intensas podem ocorrer em pontos bem diversos e toda vez que estas chuvas coincidam sobre pontos onde o equilíbrio da encosta estiver fortemente comprometido, novas tragédias ocorrerão. Este fato é conse-

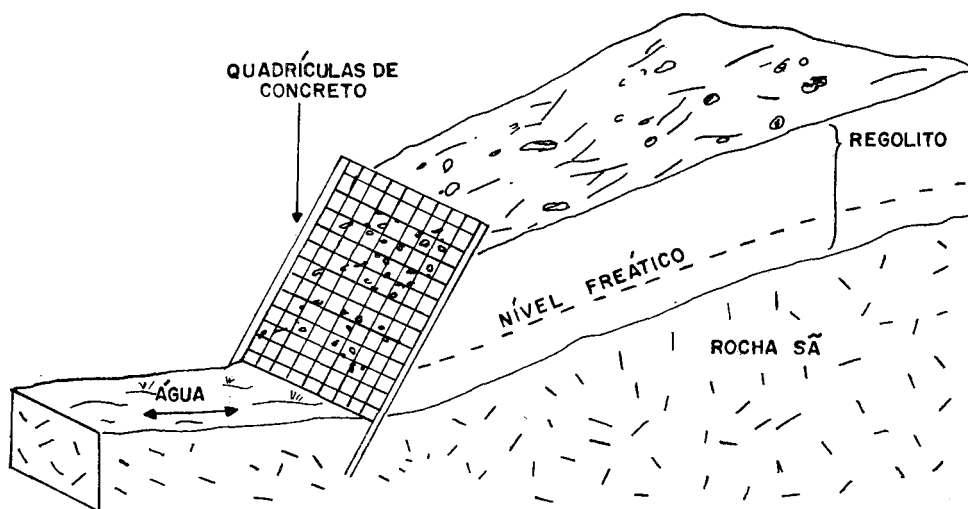
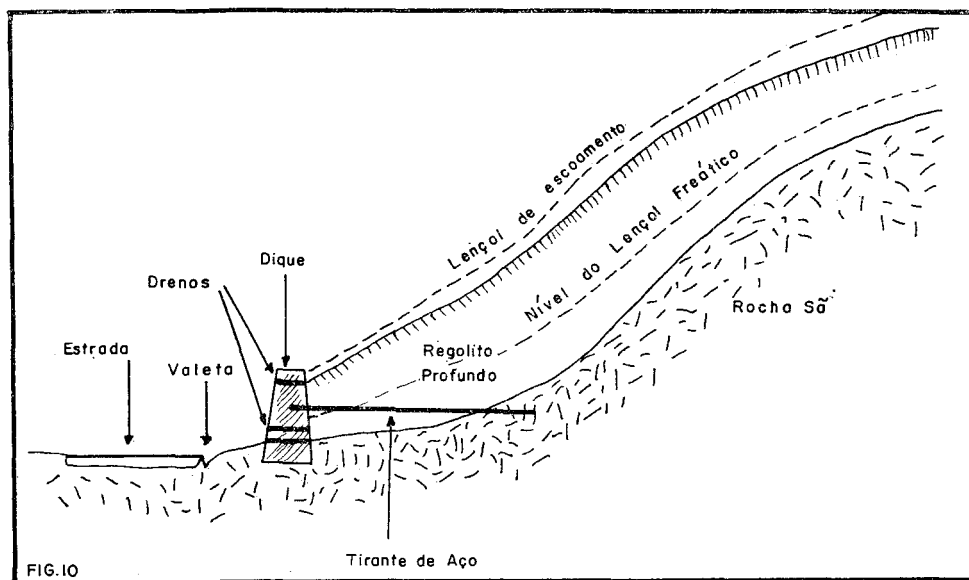


FIG-9

quência de condições meteorológicas especiais associadas à presença de regolito instável, declive forte da encosta, retirada da cobertura vegetal e uso inadequado do terreno, tanto para pastagens e lavoura como para obras de engenharia.



ASPECTOS DA FLORA

Para a determinação das espécies vegetais mais comuns da Serra das Araras foram empregados, até certo ponto, os métodos tradicionais de autoria de Braun-Blanquet e Lemée, porque foi vista a impossibilidade de aplicação total destes métodos, tanto para a floresta úmida Atlântica como também para as áreas de vegetação rasteira. Foi necessário a elaboração de um artifício que pudesse demonstrar as principais associações com os dados que possuíamos ou seja a frequência de cada espécie em relação às áreas estudadas e a porcentagem de cada espécie, em relação ao número absoluto das mesmas, dentro das áreas estudadas. Para estas duas grandezas diferentes foram atribuídos os pesos 6 para a frequência e 4 para a porcentagem, pois, a nosso ver, é mais importante a espécie que frequenta os diversos locais de uma área do que a que, embora em apreciável número, esteja localizada em um ou poucos locais desta mesma área.

Os resultados da multiplicação por estes pesos foram somados, obtendo-se então um número índice para cada espécie que em sua ordem crescente vem determinar a espécie mais comum, e os dois primeiros lugares constituem então a associação. É necessário lembrar que este artifício foi submetido a professores de Matemática de diversos níveis e todos eles foram unânimes em comprovar a sua eficácia para o propósito a que se destina. Este processo foi empregado também para os diversos níveis de cada formação vegetal estudada e existente na serra das Araras, bem como para áreas que sofreram dessoloagem, seja devido a deslizamentos ou a enxurradas violentas.

Foram inventariadas 16 áreas ao todo, proporcionalmente distribuídas entre as de capoeira arbórea, capoeira arbustiva, campos (pastos) e as que sofreram dessoloagem, num total de 3.332 espécimes observados.

É necessário explicar porém que as áreas estudadas são as intimamente ligadas, direta ou indiretamente, à circulação de veículos ao longo da BR 46 que faz parte do percurso Rio—São Paulo (Presidente Dutra) ou ao longo de estradas transversais que, de certo modo, quando interrompidas por deslizamentos, vão influir de diversas maneiras na circulação entre estas duas metrópoles brasileiras. Como as características da vegetação estudada nos pareceu constante no trecho observado, (desde as proximidades de Ponte Coberta até a entrada para Pirai, além dos trechos transversais, inclusive a fazenda Caiçaras), as associações vegetacionais encontradas poderão ser generalizadas para o restante da serra das Araras, tendo-se porém o cuidado de levar em conta que não há limites bem determinados entre as diversas serras componentes da serra do Mar e que em outros locais, onde as altitudes ultrapassem a 1.000 metros, o aspecto da vegetação deve mudar.

Além do despreendimento com que fomos atendidos por toda a equipe do Jardim Botânico do Rio de Janeiro que, apesar de se encontrar em mudança de local de trabalho, inclusive o seu imenso herbário, não mediu esforços para identificar muitas das espécies colhidas, contamos também, nas excursões realizadas, com a ajuda de dois mateiros residentes na área, o Sr. Jovino da Silva e o Sr. João Luís, que muito contribuíram na identificação de determinadas espécies no próprio local de trabalho.

O Capoeirão

Este é o tipo de vegetação mais complexo existente na serra das Araras. Não chega porém a ter as características e o número de espécies da floresta úmida Atlântica, devido a alguns fatores, entre os quais a derrubada para agricultura e para a obtenção de lenha ou carvão. Como qualquer outro capoeirão, possui três níveis ou seja o herbáceo, o arbustivo e o arbóreo. Era este o tipo de vegetação predominante na área estudada e os trechos herbáceos e capoeira arbustiva existentes são devidos quase sempre à intervenção humana.

O nível herbáceo é composto por vegetais que se contentam com pouca luminosidade e que dificilmente atingem a um metro de altura. As duas espécies mais comuns são a araruta do mato (*Ctenanthe setosa*) e o taquari (*Olyra cordifolia*) constituindo portanto a associação *Ctenanthe-Olyra* e que estão presentes mesmo em vertentes interiores, um pouco mais secas. São ainda comuns o caeté (*Thallia marantifolia*), a cana-de-macaco (*Costus spiralis*), o filodendro (*Philodendron* sp) e a maria-sem-vergonha (*Impatiens sultanii*) que, porém, somente aparece em lugares mais úmidos e à beira de estradas muito freqüentadas, passando, devido a este último fato, para a categoria de planta ruderal. Duas *Polypodiaceae* ainda se apresentam como razoavelmente comuns (*Adiantum* sp e *Pteris* sp) caracterizando-se porém por estarem presentes também em níveis herbáceos da capoeira arbustiva, o que não acontece com as outras espécies citadas que são plantas do capoeirão.

QUADRO I — Capoeirão — Nível Herbáceo

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR NA SERRA DAS ARARAS	NÚMERO ÍNDICE
Araceae	<i>Philodendron sp</i>	cipó-imberana	518
	<i>Philodendron sp</i>	filodendro	88
Balsaminaceae	<i>Impatiens sultani</i>	maria-sem-vergonha	499
Bromeliaceae	<i>Bromelia sp</i>	gravatá	88
	<i>Bilbergia sp</i>	_____	88
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pilulifera</i>	erva-de-Santa-Luzia	88
Graminae	<i>Olyra cordifolia</i>	taquari	585
	<i>Olyra micrantha</i>	taquari	467
Liliaceae	<i>Smilax sp</i>	salsaparrilha	88
Maranthaceae	<i>Ctenanthe setosa</i>	araruta-do-mato	661
	<i>Thallia marantifolia</i>	caeté	575
	<i>Thallia sp</i>	_____	417
Musaceae	<i>Heliconia brasiliensis</i>	bananeirinha-do-mato	175
Orchidaceae	<i>Cyrtopodium sp</i>	sumaré	88
	<i>Maxillaria sp</i>	_____	88
	<i>Physurus sp</i>	_____	88
Polygalaceae	<i>Polygala sp</i>	guiné-do-mato	267
Polypodiaceae	<i>Adiantum</i>	_____	366
	<i>Adiantum</i>	_____	88
	<i>Pteris</i>	_____	364
Solanaceae	<i>Solanum sp</i>	erva-prata	88
Zingiberaceae	<i>Costus spiralis</i>	cana-de-macaco	524

O nível arbustivo é bem mais complexo que o herbáceo, apresentando uma variedade apreciável de espécies e, dentre elas, algumas de considerável valor como o palmito-doce (*Euterpe edulis*), a framboesa (*Rubus rosaefolius*), o taiuiá (*Cayaponia tayuya*) e a aroeira (*Schinus sp*). No nível arbustivo foram também incluídos alguns vegetais comumente conhecidos como árvores, embora não ultrapassem geralmente a 5 m de altura, a exemplo da aroeira da área em estudo. No presente trabalho esta altura é considerada como limite entre os arbustos e as árvores.

As espécies mais comuns são o mexeriqueiro (*Clidemia hirta*) e as palmeiras iri ou brejaúva (*Astrocaryum ayri*) formando então a associação *Clidemia—Astrocaryum*. São ainda comuns diversas outras espécies, porém com a característica importante de freqüentarem o nível arbustivo apenas quando este faz parte da estrutura do capoeirão e neste caso mais úmido: cinco-fôlhas (*Sporathosperma vernicosum*) taiuia (*Cayaponia tayuya*), erva-de-rato-amarela (*Psychotria tabacifolia*), camboatã-miúdo (*Cupania tenuivalvis*), unha-de-gato (*Bigonia exoleta*), erva-de-rato-roxa (*Psychotria Marcgravii*), café (sic) *coffea arábica*, palmito-doce (*Euterpe edulis*), erva-de-rato-azul (*Psychotria xanthophylla*) pindoba ou catolé (*Attalea humilis*) e algumas outras. Apenas o mexeriqueiro e a palmeira iri ou brejaúva vão aparecer tam-

bém na capoeira arbustiva, por suportarem ambientes mais secos, sendo que o mexeriqueiro é uma das espécies mais abundantes na serra das Araras.

QUADRO II — Capoeirão — Nível Arbustivo

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR NA SERRA DAS ARARAS	NÚMERO ÍNDICE
<i>Acanthaceae</i>	<i>Cyrthantera Pohlana</i>	_____	88
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Schinus sp</i>	aroeira	88
<i>Bignoniaceae</i>	<i>Bignonia exoleta</i>	unha-de-gato	136
	<i>Sparathosperma vernicosum</i>	cinco folhas	440
<i>Borraginaceae</i>	<i>Cordia sp</i>	café-do-mato	176
<i>Compositae</i>	<i>Stiffia parviflora</i>	cabaceira	88
	<i>Vernonia ferruginea</i>	cambará assa-peixe	88
	<i>Vernonia polyanthes</i>	cambará guaçu	433
<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Cayaponia layuya</i>	taíuia	436
<i>Liliaceae</i>	<i>Smilax japecanga</i>	japecanga	433
<i>Melastomaceae</i>	<i>Clidemia hirta</i>	mexeriqueiro	700
<i>Palmae</i>	<i>Astrocaryum ayri</i>	iri ou brejaúva	617
	<i>Attalea indaia</i>	indaia	366
	<i>Attalea humilis</i>	pindoba ou catolé	176
	<i>Cocos micraniana</i>	palmito-amargo	271
	<i>Euterpe edulis</i>	palmito-doce	271
	<i>Geonoma Schottiana</i>	aricanga	274
<i>Piperaceae</i>	<i>Ottonia sp</i>	jaborandi	438
	<i>Piper geniculatum</i>	banana-de-morcego	438
<i>Rubiaceae</i>	<i>Coffea arabica</i>	café	366
	<i>Palicourea sp</i>	_____	176
	<i>Psychotria sp</i>	_____	176
	<i>Psychotria sp</i>	_____	176
	<i>Psychotria sp</i>	_____	88
	<i>Psychotria Marcgravii</i>	erva-de-rato roxa	381
	<i>Psychotria tabacifolia</i>	erva-de-rato amarela	438
	<i>Psychotria xanthophylla</i>	erva-de-rato azul	269
<i>Rosaceae</i>	<i>Rubus brasiliensis</i>	amora branca	88
	<i>Rubus rosaeifolius</i>	framboesa-amora vermelha	83
<i>Rutaceae</i>	<i>Metrodorea pubescens</i>	laranjeira-do-mato	176
<i>Sapindaceae</i>	<i>Cupania tenuivalvis</i>	camboatá-miúdo	445
<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum bullatum</i>	fumeiro	176
	<i>Solanum cernuum</i>	capoeira-branca	88
<i>Verbenaceae</i>	<i>Lantana sp</i>	cambará-mole	88

O nível arbóreo é o mais complexo de todos os níveis de vegetação da serra das Araras. Para se ter uma idéia, basta dizer que em determinados trechos, especialmente à direita da pista de subida da BR-465, podem ser encontrados até 45 espécies diferentes, em uma área de apenas 50 m². É também onde se encontra apreciável número de espécies úteis, principalmente as fornecedoras de madeira, embora a prática

do desmatamento, seja para a agricultura ou para a obtenção de lenha, tenha reduzido a níveis praticamente nulos o potencial madeireiro da região. A maioria das árvores não consegue se desenvolver totalmente, sendo derrubadas para fazer lenha antes de apresentarem as dimensões que teriam se ficassem intactas pelo menos 20 anos. Entre as espécies úteis podemos citar o murici, a carne-de-vaca, a canela-cedro, o óleo pardo, o ingá, a canela-amarela, o pau-de-espêto, o camboatã, o cedro-rosa, a paineira, o ipê-pardo, a carrapeta, a garapa, o ingá-branco, a caroba, o pau-pereira, a sapucaia, o jacarandá (uma das que não consegue atingir a maturidade total), o cedro-branco, a cangerana, o arco-de-pipa, o angelim-gambaieiro (de odor desagradável), o cacau, o guatambu, o ipê-tabaco, a jurubeba, a peroba, a caixeta, a cabiúna-prêta, a fôlha-santa, o bico-de-pato, o ipê-amarelo, etc. . . . etc. Da vegetação original foram apenas assinalados dois jequitibás (*Couratari* sp) que conseguiram, não se sabe como, escapar à onda cafeeira na região. É importante também assinalar que mesmo nas vertentes, que embora próximas, não estão voltadas para a baixada fluminense, encontram-se as mesmas espécies existentes nas vertentes voltadas para a baía de Guanabara, notando-se apenas uma fraca diminuição, às vêzes imperceptível à primeira vista, no porte e na altura das espécies das primeiras vertentes citadas em relação às últimas (baixada fluminense e baía de Guanabara).

As espécies mais comuns são a carne-de-vaca (*Torrubia nitida*) e o jacaré (*Piptadenia communis*), formando portanto associação *Torrubia-Piptadenia*. Segundo mateiros da região, a mamica-de-porca (*Macherrum aculeatum*) seria uma das espécies mais comuns na serra das Araras, porém atualmente ela fica abaixo do ingá-branco (*Inga* sp) e portanto em 4.º lugar entre as espécies da área. Entre as plantas mais comuns encontramos ainda o milho-torrado (*Licania incana*), o taquaraçu (*Guadua superba*), a canela amarela (*Nectandra Riedelii*), uma Sapindaceae do gênero *Serjania*, a guairana branca (*Tabernaemontana* sp), a unha-de-vaca (*Bauhinia radiana*), o camboatã (*Cupania oblongifolia*), o murici (*Vochysia bifalcata*), o cambuí (*Myrcia* sp), a canela-santa (*Vochysia laurifolia*), a garapa (*Apulea praecox*), a guapeba (*Lucuma laurifolia*), a guararema (*Gallesia gorazema*), o araribá (*Centrobium robustum*), o angelim-gambaieiro (*Andira vermifuga*), o ipê-tabaco (*Tecoma chrysotrica*) e muitas outras.

QUADRO III — Capoeirão — Nivel Arbóreo

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR NA SERRA DAS ARARAS	NÚMERO ÍNDICE
<i>Anonaceae</i>	<i>Xylopia brasiliensis</i>	pinheirinho	67
<i>Apocynaceae</i>	<i>Aspidosperma</i> sp	peroba	67
	<i>Aspidosperma ramiflorum</i>	guatambu	67
	<i>Aspidosperma sessiliflorum</i>	pequiá	67
	<i>Geissospermum Velosii</i>	pau-pereira	134
	<i>Malouetia lanceolata</i>	figueirinha	468
	<i>Tabernaemontana</i> sp	guairama-branca	471
<i>Araceae</i>	<i>Dracontium bissectum</i>	timbopeba	134
<i>Araliaceae</i>	<i>Didymopanax</i> sp	mandioqueira	134

QUADRO III — Capoeirão — Nível Arbóreo

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR NA SERRA DAS ARARAS	NÚMERO ÍNDICE
<i>Bignoniaceae</i>	<i>Cybistax antisiphilitica</i>	ipê-pardo	134
	<i>Jacaranda sp</i>	caroba	201
	<i>Jacaranda tomentosa</i>	caroba-preta	67
	<i>Lundia sp</i>	cipó-d'alho	67
	<i>Tecoma chrysotricha</i>	ipê-tabaco	336
	<i>Tecoma heptaphylla</i>	ipê-roxo	67
	<i>Tecoma longiflora</i>	ipê-amarelo	134
	<i>Tynanthus fasciculatus</i>	cipó-cravo	67
	<i>Sparathosperma sp</i>	_____	67
<i>Bombacaceae</i>	<i>Chorizia speciosa</i>	paineira	134
<i>Borraginaceae</i>	<i>Cordia sp</i>	maria-preta	67
<i>Dileniaceae</i>	<i>Davilla rugosa</i>	cipó-caboclo	67
<i>Erythroxylaceae</i>	<i>Erythroxylum pulchrum</i>	arco-de-pipa	201
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Actinostemon lanceolatus</i>	canela-de-veado	67
	<i>Alchornea glandulosa</i>	amor-sêco	67
	<i>Croton sp</i>	sangue-de-drago vermelho	67
	<i>Croton celtidifolius</i>	capixingui	268
	<i>Hieronyma alchornoioides</i>	aricurana	67
	<i>Mabea fistulifera</i>	canudo-de-pito	67
<i>Flacourtiaceae</i>	<i>Casearia sp</i>	pau-de-espeto vermelho	201
<i>Graminae</i>	<i>Guadua superba</i>	taquaraçu	535
<i>Lauraceae</i>	<i>Mespilodaphne indecora</i>	canela-cravo	67
	<i>Nectandra amara</i>	canela-parda	134
	<i>Nectandra Riedelii</i>	canela-amarela	481
	<i>Ocotea sp</i>	louro-branco	134
	<i>Ocotea macrocalyx</i>	canela-cedro	268
	<i>Ocotea puberula</i>	canela-babona	134
<i>Lecythidaceae</i>	<i>Lecythis Pisonis</i>	sapucaia	67
<i>Leguminosae</i>	<i>Andira vermicifuga</i>	angelim-gambaieino	403
	<i>Apulea praecox</i>	garapa	470
	<i>Bauhinia Radiana</i>	unha-de-vaca	471
	<i>Cajanus indicus</i>	_____	67
	<i>Centrobium robustum</i>	araribá	467
	<i>Dalbergia sp</i>	_____	67
	<i>Dalbergia nigra</i>	cabiúna-preta	67
	<i>Erythrina mulungu</i>	mulungu	134
	<i>Inga sp</i>	ingá	67
	<i>Inga sp</i>	ingá-branco	536
	<i>Lonchocarpus neuroscapha</i>	timbó-branco	336
		embira-de-sapo	
	<i>Machaerium sp</i>	jacarandá	407
	<i>Machaerium aculeatum</i>	mamica-de-porca	536
	<i>Machaerium acutifolium</i>	bico-de-pato	67
	<i>Myrocarpus fastigiatus</i>	óleo-pardo	469
	<i>Ormosia sp</i>	tento	134
	<i>Piptadenia communis</i>	jacaré	663
	<i>Platycamus Regnelii</i>	fôlha-de-bôlo	201
	<i>Stenolobium sp</i>	cipó-de-mico	67
	<i>Tachigalia multijuga</i>	caixeta	67
	<i>Myroxyton Salzmanni</i>	roseta	67
<i>Loganiaceae</i>	<i>Strychnos trinervis</i>	quina-cruzeiro	134
<i>Melastomaceae</i>	<i>Miconia theaezans</i>	jacatirão	201
	<i>Tibouchina granulosa</i>	quaresma	269

QUADRO III — Capoeirão — Nível Arbóreo

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR NA SERRA DAS ARARAS	NÚMERO ÍNDICE
<i>Meliaceae</i>	<i>Cabralea cangerana</i>	cangerana	67
	<i>Cedrela</i> sp		67
	<i>Cedrela fissilis</i>	cedro-branco	134
	<i>Cedrela Glaziovii</i>	cedro-rosa	67
	<i>Guarea trichilioides</i>	carrapeta	269
<i>Miristicaceae</i>	<i>Virola bicuhyba</i>	bicuíba	268
<i>Moraceae</i>	<i>Acanthinophyllum strepitans</i>	bainha-de-espada	338
	<i>Cecropia</i> sp	embaúba	201
<i>Myrsinaceae</i>	<i>Rapanea leuconeura</i>	folha-santa	338
<i>Myrtaceae</i>	<i>Calyptranta</i> sp	jambeiro	468
	<i>Campomanesia</i> sp	araçá-do-mato	471
	<i>Marliera</i> sp	panela-preta	134
	<i>Myrcia</i> sp	cambuí	469
	<i>Psidium microcarpum</i>	araçá-miúdo	134
<i>Nyctaginaceae</i>	<i>Torrubia nitida</i>	carne-de-vaca	783
<i>Phytolaccaceae</i>	<i>Gallesia gorazema</i>	guararema-pau-d'alho	468
<i>Rosaceae</i>	<i>Licania incana</i>	milho-torrado	536
	<i>Prunus brasiliensis</i>	pecegueiro-do-mato	67
<i>Rubiaceae</i>	<i>Alseis floribunda</i>	farinha-sêca	134
	<i>Genipa americana</i>	genipapo	67
	<i>Posoqueria latifolia</i>		67
<i>Sapindaceae</i>	<i>Cupania oblongifolia</i>	camboatã	470
	<i>Serjania</i> sp		472
<i>Sapotaceae</i>	<i>Lucuma laurifolia</i>	guapeba	468
<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum gmellum</i>	gilôzinho-do-mato	409
	<i>Solanum paniculatum</i>	jurubeba	67
<i>Sterculiaceae</i>	<i>Teobrama cacao</i>	cacau	134
<i>Ulmaceae</i>	<i>Trema micrantha</i>	crindiúva	67
<i>Vochysiaceae</i>	<i>Vochysia bifalcata</i>	murici	469
	<i>Vochysia laurifolia</i>	canela-santa	469
<i>Winteraceae</i>	<i>Drimys brasiliensis</i>	casca-d'anta	134

A Capoeira Arbustiva

A capoeira arbustiva nada mais é que um estágio anterior ao capoeirão, fato que pode ser comprovado pela presença de espécies arbustivas que subsistem no capoeirão como o mexeriqueiro, o iri, e o indaiá, ou mesmo árvores como o jacaré e a embaúba. Tem estrutura algo instável e às vezes de difícil caracterização mas, apesar de contar com espécies do capoeirão, possui sua individualidade, concorrendo para isso o fato de suas espécies herbáceas não aparecerem nem no nível herbáceo do capoeirão nem na vegetação de campos ou pastos, com exceção da araruta-do-mato. Também se faz ausente o capim-colonião e o ca-

pim-gordura, aparecendo outras espécies de capim como o capim-navalha e a navalha-de-macaco.

O nível herbáceo contém espécies que resistem mais ao sol, apresentando folhas de consistência mais rude, retratando o início de uma adaptação ao ambiente, como por exemplo a vassoura (*Croton* sp) e algumas *Compositae* como a *Vernonia sericea* e o *Eupatorium maximilianum*.

As espécies mais comuns são representadas por uma *Polypodiaceae* (*Adiantum tetraphyllum*) e por uma *Compositae* (*Vernonia sericea*) formando portanto a associação *Adiantum-Vernonia*. São ainda comuns outra *Polypodiaceae* (*Adiantum cuneatum*), outras *Compositae* (*Eupatorium maximilianum* e *Baccharis trimera*), o capim navalha (*Hypolytrum pungens*), etc.

QUADRO IV — Capoeira Arbustiva — Nível Herbáceo

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR NA SERRA DAS ARARAS	NÚMERO ÍNDICE
<i>Commelinaceae</i>	<i>Commelina</i> sp	_____	277
<i>Compositae</i>	<i>Baccharis</i> sp	_____	122
	<i>Baccharis trimera</i>	_____	247
	<i>Eupatorium maximilianum</i>	_____	379
	<i>Achyrocline satureioides</i>	macela	245
	<i>Mikania cordifolia</i>	_____	247
	<i>Sonchus</i> sp	_____	122
	<i>Vernonia geminata</i>	_____	247
	<i>Vernonia sericea</i>	_____	639
<i>Cyperaceae</i>	<i>Hypolytrum pungens</i>	capim-navalha	374
	<i>Hypolytrum Schraderianum</i>	navalha-de-macaco	245
	<i>Scleria</i> sp	_____	245
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Croton</i> sp	_____	245
<i>Labiatae</i>	<i>Salvia splendens</i>	cardeal	122
<i>Malvaceae</i>	<i>Sida</i> sp	vassourinha	370
<i>Marantaceae</i>	<i>Ctenanthe setosa</i>	araruta-do-mato	374
<i>Oxalidaceae</i>	<i>Oxalis</i> sp	_____	122
<i>Polygalaceae</i>	<i>Polygala</i> sp	guiné-do-mato	122
<i>Polypodiaceae</i>	<i>Adiantum cuneatum</i>	_____	514
	<i>Adiantum tetraphyllum</i>	_____	673
<i>Verbenaceae</i>	<i>Stachytarpheta</i> sp	gervão-prêto	122

O nível arbustivo. Suas características já foram parcialmente descritas quando se tratou da capoeira arbustiva. Há a acrescentar que nêlé vive uma das espécies mais versáteis da serra das Araras, pois já foi vista até em meio ou na orla das áreas de vegetação rasteira como também no capoeirão: é o mexeriqueiro ou mexerico, que nada tem a ver com a tangerina pois é uma *Melastomaceae*. A intervenção do homem também se faz notar muito próxima, fato reforçado pela presença de espécies frutíferas domésticas mamão (*Carica papaya*) ou comer-

ciais fumo (*Nicotiana* sp), framboesa (*Rubus rosaefolius*), e cinamomo (*Melia azedarach*). Às vezes certos cipós (cipó-cabeludo — *Mikania lanuginosa* e o arranha-gato — *Cassia* sp) dificultam (principalmente o último), o trânsito pelo interior desta formação vegetacional.

As espécies mais comuns são o mexeriqueiro (*Clidemia hirta*) e a embaúba (*Cecropia* sp), esta já de porte arbóreo, porém freqüente na capoeira arbustiva onde, devido a condições ecológicas, toma certas vezes o porte arbustivo. Estas duas espécies formam a associação *Clidemia-Cecropia*. São ainda comuns o jacaré (*Piptadenia communis*), a guaxima (*Urena lobata*), o cambará-mole (*Lantana* sp), a crindiúba (*Trema micrantha*), o iri ou brejaúva (*Astrocaryum ayri*) e o indaiá (*Attalea indaia*).

QUADRO V — Capoeira Arbustiva — Nível Arbustivo

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR NA SERRA DAS ARARAS	NÚMERO ÍNDICE
<i>Caricaceae</i>	<i>Carica papaya</i>	mamão	250
<i>Compositae</i>	<i>Mikania lanuginosa</i>	cipó-cabeludo	125
<i>Dileniaceae</i>	<i>Davilla rugosa</i>	cipó-caboclo-prêto	125
<i>Leguminosae</i>	<i>Cassia</i> sp	arranha-gato	250
	<i>Cassia laevigata</i>	cipó-canudo-de-pito	125
	<i>Piptadenia communis</i>	jacaré	543
	<i>Stenolobium</i> sp	cipó-de-mico	380
<i>Malvaceae</i>	<i>Urena lobata</i>	guaxima	528
<i>Melastomaceae</i>	<i>Clidemia hirta</i>	mexeriqueiro	663
<i>Meliaceae</i>	<i>Melia azedarach</i>	dinamomo	254
<i>Moraceae</i>	<i>Cecropia</i> sp	embaúba	643
<i>Palmae</i>	<i>Astrocaryum ayri</i>	iri ou brejaúva	250
	<i>Attalea indaga</i>	indaiá	250
<i>Rosaceae</i>	<i>Rubus rosaefolius</i>	framboesa (amora-vermelha)	125
<i>Rubiaceae</i>	<i>Psychotria chlorotica</i>	erva-de-rato-vermelha	125
<i>Solanaceae</i>	<i>Nicotiana</i> sp	fumo	250
<i>Ulmaceae</i>	<i>Trema micrantha</i>	crindiúba	399
<i>Verbenaceae</i>	<i>Lantana</i> sp	cambará-mole	528

Formações Herbáceas

Nesta formação estão incluídas áreas de pasto pouco ativo (pois a criação no local se limita a algumas cabeças de gado bovino e eqüino) e de pasto abandonado. É também uma área bastante complexa e quase tão numerosa como o nível arbóreo do capoeirão. É o domínio do capim gordura e do capim colônia, se bem que este último apareça em 3.º lugar entre as espécies mais comuns, sendo superado pelo *Ortho-*

papus angustifolius, uma composta das mais abundantes. Nesta área, porém, surgiu uma dificuldade que se caracterizou pela impossibilidade da contagem correta dos capins, pois muitas vezes as espécies se confundiam de tão juntas que estavam. Para sanar este problema resolvemos contar as touceiras, unidade fisicamente identificável por qualquer um. Quase não é necessário dizer que as espécies campestres são as que suportam bem a luz e o calor, mas não vivem em ambientes úmidos dos capoeirões, nem mesmo a composta *Orthopappus angustifolius* que nos parece a mais resistente.

As espécies mais comuns são o capim-gordura (*Melinis minutiflora*) e a *Compositae Orthopappus angustifolius* formando portanto a associação *Melinis—Orthopappus*. Pode parecer, a quem passa pela estrada, que o capim colônia seria a segunda espécie mais comum, mas basta uma pequena incursão na área para se verificar a abundância da *Compositae* acima citada, que muitas vezes forma extensas colônias escondidas pelo próprio capim colônia.

São ainda comuns a erva-andorinha (*Chamaesyce hisiopifolia ex-Euphorbia brasiliensis*), várias Leguminosae como *Desmodium incanu*, *Crotalaria striata*, *Aeschynomene* sp, *Cassia* sp, *Stylosanthes* sp, *Cassia chamaecrista*, além da catinga-de-bode (*Ageratum conyzoides*), enxuga (*Vernonia scorpioides*), língua-de-vaca (*Chaptalia nutuans*), erva-macaé (*Leonurus sibiricus*), capim-barba-de-bode (*Cyperus compressus*) etc. O aparecimento nesta área de duas espécies, uma arbustiva, a enxuga (*Vernonia scorpioides*) e outra trepadeira, o guaco (*Mikania micrantha*), (neste caso escandente), a primeira, característica de capoeira arbustiva, mas não encontrada em seu ambiente durante nossas excursões, e a segunda, característica do nível herbáceo do capoeirão, porém só encontrado um exemplar morto em seu ambiente, pode ser um indício de uma mudança no local a qual começa a atingir as espécies, talvez mais sensíveis.

QUADRO VI — Vegetação herbácea

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR NA SERRA DAS ARARAS	NÚMERO ÍNDICE
<i>Compositae</i>	<i>Ageratum conyzoides</i>	cattinga-de-bode	339
	<i>Baccharis</i> sp	_____	203
	<i>Centraterium muticum</i>	_____	67
	<i>Chaptalia mutans</i>	língua-de-vaca	275
	<i>Conysa bonariensis</i>	_____	134
	<i>Erechthites hieracifolia</i>	_____	67
	<i>Eupatorium</i> sp	_____	67
	<i>Eupatorium squalidum</i>	_____	135
	<i>Mikania micrantha</i>	guaco	135
	<i>Orthopappus angustifolius</i>	_____	633
	<i>Vernonia polyanthes</i>	cambará-guaçu	135
	<i>Vernonia scorpioides</i>	enxuga	336
<i>Cyperaceae</i>	<i>Cyperus compressus</i>	capim-barba-de-bode	342
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Chamaesyce hisiopifolia</i>	erva-andorinha	182
	<i>Croton</i> sp	_____	346
<i>Graminae</i>	<i>Melinis minutiflora</i>	capim-gordura	712
	<i>Panicum maxinum</i>	capim-colônia	622
<i>Labiatae</i>	<i>Hyptis pectinata</i>	_____	135
	<i>Leonurus sibiricus</i>	erva-macaé	203

QUADRO VI — Vegetação herbácea

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR NA SERRA DAS ARARAS	NÚMERO ÍNDICE
<i>Leguminosae</i>	<i>Aeschynomene</i>	_____	349
	<i>Cassia</i> sp	_____	279
	<i>Cassia</i> sp	_____	135
	<i>Cassia chamaecrista</i>	_____	203
	<i>Crotalaria striata</i>	guizo-de-cascavel	203
	<i>Desmodium incanum</i>	_____	366
	<i>Desmodium barbatum</i>	barbadiho	134
	<i>Galactia</i> sp	_____	67
	<i>Stylosanthes</i> sp	_____	275
<i>Malvaceae</i>	<i>Urena lobata</i>	guaxima	134
	<i>Sida linifolia</i>	_____	67
<i>Ochnaceae</i>	<i>Sauvagesia erecta</i>	erva-de-são martinho	134
<i>Onagraceae</i>	<i>Jussiaea</i> sp	_____	134
<i>Polygalaceae</i>	<i>Polygala</i> sp	erva-de-bicho	134
<i>Rubiaceae</i>	<i>Borreria verticillata</i>	falsa poaia	134
<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum nigrum</i>	erva-moura	134
<i>Turneraceae</i>	<i>Turnera</i> sp	_____	134
<i>Urticaceae</i>	<i>Boehmeria</i>	_____	67
<i>Verbenaceae</i>	<i>Lantana</i> sp	_____	135
	<i>Lantana camara</i>	camará	135

Áreas de Alto Grau de Dessoloagem ou Deslizamentos

Preferimos englobar êstes dois tipos de áreas, pois inicialmente estiveram limpas de qualquer espécie de vegetação, seja por violentos deslizamentos, seja por alto grau de dessoloagem provocado por enxurradas. Tôdas as áreas visitadas sofreram os efeitos das chuvas do verão de 1966/1967 e as espécies encontradas, em estágio inicial de evolução, se não sofrerem maiores problemas, poderão chegar ao *climax* local que é a floresta úmida atlântica.

As espécies mais comuns são a vassoura branca (*Sida rhombifolia*) e uma Compositae (*Pterocaulon interruptum*) formando a associação *Sida-Pterocaulon*. É importante notar aí a presença da *Wedelia paludosa*, uma Compositae característica de áreas alagadas e que aparece em plena encosta, acusando o estado em que se encontra o solo, mesmo depois de ocorrido o deslizamento. Aparecem elementos jovens da capoeira arbustiva como a banana-de-macaco (*Piper geniculatum*) e a jurubeba-roxa (*Solanum paniculatum*) e juntos com espécies permanentes das áreas de campo (pasto) como a falsa poaia (*Borreria verticillata*), buta (*Cocculus filipendula*), erva-lanceta (*Solidago microglossa*) picão (*Bidens pilosus*) etc., deixam transparecer o pouco tempo de vida que tem êste estágio inicial. São ainda comuns o caruru-guaçu (*Phytolacca thyrsiflora*), a trapoeraba (*Tradescantia fluminensis*), o cipó-de-batata (*Heteropteris* sp) a mandioca-de-bugre (*Manihot* sp) a erva-macaé (*Leonurus sibiricus*) etc.

QUADRO VII — *Áreas de Alto Grau de Dessoloagem ou Deslizamento*

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR NA SERRA DAS ARARAS	NÚMERO ÍNDICE
<i>Commelinaceae</i>	<i>Tradescantia fluminensis</i>	trapoeiraba	302
<i>Compositae</i>	<i>Baccharis</i> sp	_____	303
	<i>Bidens pilosus</i>	picão	300
	<i>Erechites</i> sp	cariçoba	300
	<i>Mikania</i> sp	cipó-branco	304
	<i>Orthopappus angustifolius</i>	_____	300
	<i>Pterocaulon interruptum</i>	_____	446
	<i>Senecio</i> sp	_____	301
	<i>Solidago microglossa</i>	erva-lanceta	300
	<i>Sonchus oleraceus</i>	_____	301
	<i>Wedelia paludosa</i>	_____	304
<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Cayaponia</i> sp	tomba	301
<i>Cyperaceae</i>	<i>Cyperus brasiliensis</i>	tiririca	302
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Chamaesyce hisiopifolia</i>	erva-andorinha	300
	<i>Manihot</i> sp	mandioca-de-bugre	301
<i>Graminae</i>	<i>Melinis minutiflora</i>	capim-gordura	302
	<i>Panicum maximum</i>	capim-colonião	302
<i>Labiatae</i>	<i>Leonurus sibiricus</i>	erva-macaé	301
<i>Malpighiaceae</i>	<i>Heteropteris</i> sp	cipó-de-batata	301
<i>Malvaceae</i>	<i>Sida rhombifolia</i>	vassoura-branca	503
	<i>Sida</i> sp	vassoura-de-St.º Antônio	304
<i>Menispermaceae</i>	<i>Cocculus filipendula</i>	buta	305
<i>Phytolaccaceae</i>	<i>Phytolacca thyrsoiflora</i>	caruru guaçu	305
<i>Piperaceae</i>	<i>Piper geniculatum</i>	banana-de-morcêgo	300
<i>Polypodiaceae</i>	<i>Polypodium</i>	_____	301
<i>Rubiaceae</i>	<i>Borreria verticilata</i>	falsa poaia	300
<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum</i> sp	_____	301
	<i>Solanum paniculatum</i>	jurubeba-roxa	301
<i>Verbenaceae</i>	<i>Lantana</i> sp	_____	301
<i>Zingiberaceae</i>	<i>Costus spiralis</i>	cana-de-macaco	302

De um modo geral, a vegetação da Serra das Araras não tem grandes possibilidades para atingir ao climax "regional" ou seja a floresta úmida Atlântica, conhecida ainda por diversas denominações como floresta tropical Atlântica, floresta latifoliada tropical, floresta tropical etc., salvo se for deixada em repouso pelo menos por 30 anos o que não é de se esperar, pois é área que necessita ser utilizada para acompanhar o desenvolvimento da grande metrópole que é o Rio de Janeiro e das importantes cidades da baixada fluminense. É necessário lembrar porém que determinados locais devem ser preservados, principalmente as altas encostas, pois sem vegetação será mais fácil a ação erosiva e o desencadeamento de grandes deslizamentos que tantos problemas acarretaram para a área estudada e que se refletem até hoje.

Cobertura Vegetal da Serra das Araras



ESCALA APROXIMADA
0 500 1000m

CONVENÇÕES

-  Comunidades arbóreas (capoeirão)
-  Comunidades arbóreo-arbustivas (capoeira)
-  Comunidades herbáceas (pastos)
-  Culturas
-  Áreas ocupadas por habitações e roças
-  Áreas de culturas e capoeiras
-  Áreas de culturas e pastos
-  Áreas sem vegetação
-  Ravinamento
-  Deslizamentos
-  Rede hidrográfica
-  Lago
-  Terraço artificial
-  Estrada

OBS: Os deslizamentos foram retirados do mapa do "Esboço Geomorfológico"

Organizado por: M.T.A. Alonso



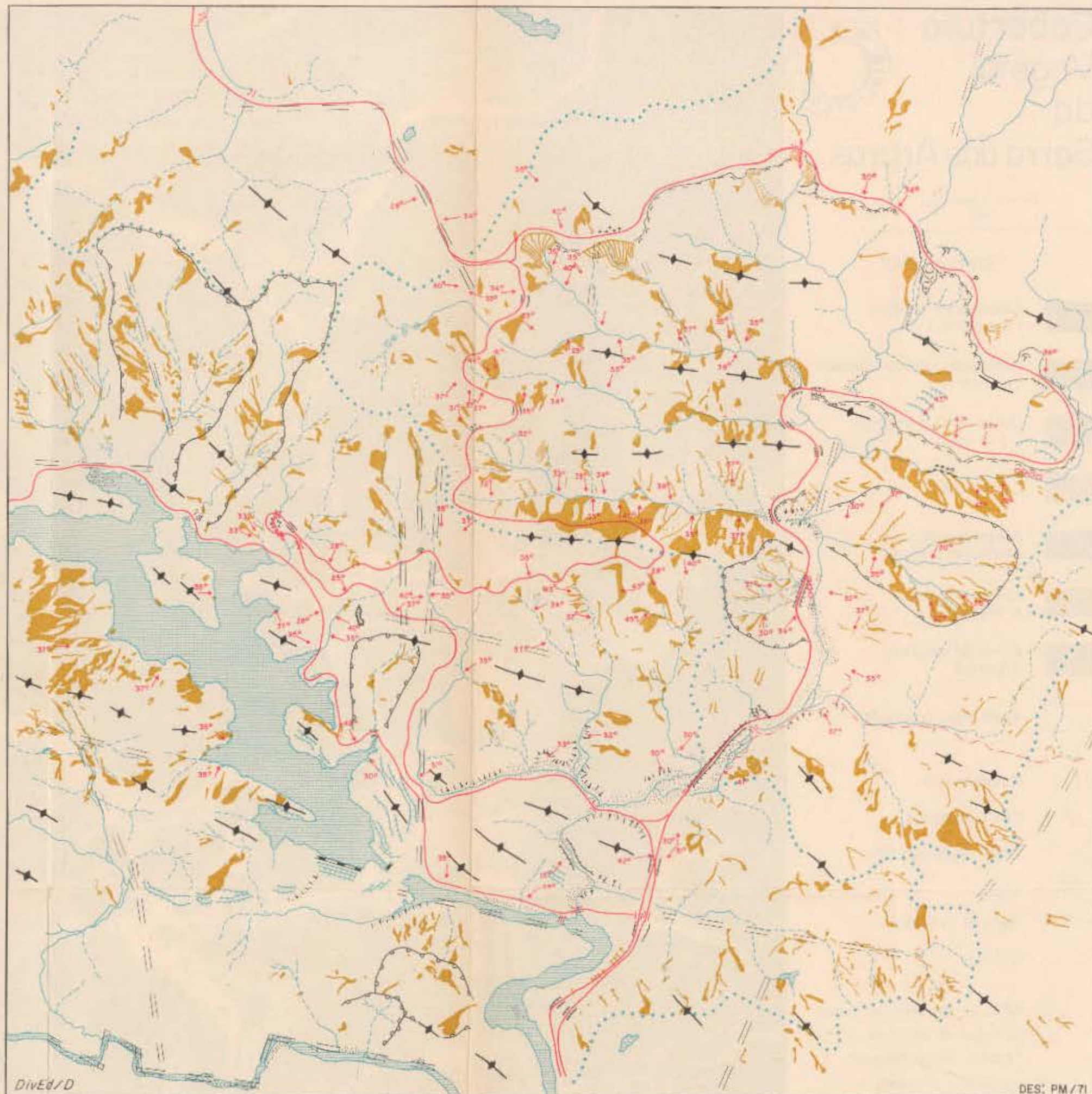
Esbôço Geomorfológico da Serra das Araras

ESCALA APROXIMADA

0 500 1000 m

CONVENÇÕES

-  33° declividade da encosta
-  hidrografia
-  curso temporário
-  rede anastomosada
-  área embrejada
-  lago
-  canalização
-  assoreamento
-  barragem
-  ponte
-  delimitação de alvéolo
-  bacia de recepção
-  ruptura de declive inferior
-  fratura
-  alinhamento
-  vossoroca
-  ravinamento
-  deslizamento
-  deslizamento em colher
-  material detrítico erodido
-  corrida de lama
-  caos de blocos
-  rocha exposta
-  corte
-  atêrro
-  corte e atêrro
- terraço artificial
- estrada



SUMMARY

In 1966, december and 1967, january continuous rainfalls had fallen on the area of Serra das Araras. This heavy pluvial concentration have caused many and serious disasters on that range. Beside a serie of soil slidings as a result of intense sheet erosion and detrital accumulation, as well as earth and rock falling-in, which have broken-off the traffic in the Rio — São Paulo Highway, it stopped too an important power plant, destroyed some houses and caused the death to some people.

This work tries to examine the natural conditions in the area and the man interference in it as one of the factors which cause such a disaster, and suggest some measures to diminish the effect of the heavy rainfalls.

RESUMÉ

En décembre de 1966 et janvier 1967, des pluies continues ont tombé sur l'aire de la "Serra das Araras et ont culminé avec une concentration plus forte, quand elles ont provoqué une serie de glissements, décollement et accumulation de détritits, ainsi que des éboulements qui ont interrompu le trafic des pistes de la autoroute Rio—São Paulo et le fonctionnement de l'Usine de Nilo Peçanha en plus de la destruction des maisons et la mort de nombreuses personnes. Et ce travail cherche d'examiner les conditions naturelles et l'action de l'homme qui a contribué pour les glissements, et finalement, il indique quelques mesures pour diminuer l'effet des grandes averses.

Análise dinâmica da precipitação pluviométrica

na região serrana do Sudeste do Brasil
— especialmente na Serra das Araras *

EDMON NIMER
Geógrafo do IBG

INTRODUÇÃO

Êste estudo é uma decorrência das intensas precipitações pluviométricas que marcaram profundamente o verão de 1966/67, no *Sudeste* do Brasil, com numerosas “trombas d’água” na sua *região serrana* e áreas vizinhas, especialmente aquela verificada na noite de 22/23 de janeiro de 1967 na *serra das Araras*, Estado do Rio de Janeiro, cujas conseqüências afetaram seriamente a região, por suas violentas enxurradas e enchentes, pelo deslizamento e numerosos desabamentos de encostas e pistas rodoviárias, pelo assoreamento no leito dos rios e estradas, pela destruição de residências, pelas numerosas mortes e pelo transtôrno causado às atividades econômicas do eixo Rio-São Paulo, o qual teve seus serviços seriamente prejudicados durante muitos dias.

Naquela ocasião as conseqüências de ordem socioeconômica foram amplamente divulgadas pelos noticiários e reportagens de jornais, revistas, rádio e televisão.

* Esta pesquisa foi realizada no Setor de Climatologia da Divisão de Pesquisas Sistemáticas do Departamento de Geografia da Fundação IBGE, tendo como colaboradores: ARTHUR ALVES PINHEIRO FILHO, ELMO DA SILVA AMADOR e MÁRIO DINIZ.

Esta pesquisa tem três objetivos: 1.º) *climatológico* — conhecer profundamente a precipitação pluviométrica na Região Sudeste do Brasil, em geral, e nas suas áreas serranas, em particular, através de uma perspectiva dinâmica da climatologia moderna. 2.º) fornecer elementos para análise dos processos geomorfológicos, hidrológicos, pedológicos e geográficos que se verificam nesta região. 3.º) *gerais* — fornecer subsídios aos técnicos e aos órgãos que se encarregam ou venham a se encarregar da aplicação de planos de desenvolvimento econômico setorial ou integrado nessa região de grande densidade demográfica e de complexa infra-estrutura econômica.

Na realização desta pesquisa foram utilizadas as seguintes bases:

a) relativas às *fontes de informação pluviométrica*: postos pluviométricos da Light Serviços de Eletricidade S.A., da Divisão de Águas do DNPM e do Escritório de Meteorologia do Ministério da Agricultura;

b) relativas às *cartas sinóticas*: Cartas Sinóticas elaboradas pelo Escritório de Meteorologia do Ministério da Agricultura;

c) relativas às *cartas topográficas* de curvas de nível ou hipsometria: Fôlha de Piraí 1:50.000, Fundação IBGE-1966, Fôlhas do Rio de Janeiro e Iguape 1:500.000, Fundação IBGE-1959, Carta Corográfica do Estado do Rio de Janeiro 1:250.000, Secretaria da Viação e Obras Públicas — 1952, Carta Corográfica do Estado do Rio de Janeiro 1:400.000, Fundação IBGE-1967, Fôlhas do Rio de Janeiro e Vitória 1:1 000.000, Fundação IBGE-1959.

O Sudeste do Brasil é, juntamente com a Amazônia, a Região Sul e a Região Centro-Oeste, uma região de importantes índices pluviométricos anuais. Neste particular, o que as distingue é, principalmente, a maneira pela qual estas chuvas se distribuem ao longo de seus espaços territoriais, ao longo de cada ano e através dos anos:

a) enquanto na Amazônia e no Sul do Brasil a distribuição espacial não oferece diferenciações muito importantes, no Sudeste ela apresenta os maiores contrastes inter-regionais, comparáveis aos verificados na Região Nordeste e, até mesmo, superiores em certas áreas.

b) enquanto no Sul do Brasil a marcha estacional das precipitações se caracteriza por uma distribuição quase uniforme, no Sudeste, a exemplo do que acontece nas demais regiões tropicais brasileiras, sua repartição se caracteriza, sobretudo, por uma notável concentração na estação chuvosa, enquanto que na estação seca, ou menos úmida, as chuvas tornam-se pouco freqüentes e, até mesmo, muito raras. Neste aspecto específico a distribuição das chuvas no Sudeste somente é menos desigual do que a que se verifica na Região Nordeste.

c) enquanto no sul do Brasil, refletindo os fatores dinâmicos da atmosfera, a pluviometria não sofre grandes variabilidades de um ano para outro, no Sudeste ela se sobressai pela notável irregularidade que tão bem caracteriza as regiões tropicais. No Brasil, a irregularidade dos índices pluviométricos anuais do Sudeste são inferiores apenas aos do Nordeste. Em outras palavras: o desvio da altura das precipitações de cada ano em relação à *normal* é, no Sudeste, incomparavelmente maior que no sul e pouco inferior aos desvios na Região Nordeste.

Considerando-se que o reservatório de Lajes está situado na Região Sudeste do Brasil, a fim de compreender o processo dinâmico que fez desabar na noite de 22-23 de janeiro de 1967, naquela localidade, é indispensável o conhecimento dos fatores dinâmicos e estáticos que determinam as precipitações nesta Região.

1.^a Parte

Fatores das precipitações na Região Sudeste

Para a compreensão dos processos que desencadeiam as precipitações nesta região torna-se necessário um prévio conhecimento de diversos fatores, alguns de *ordem estática*, outros de *natureza dinâmica*. Todos atuam simultaneamente em estreita relação, porém, para facilitar sua compreensão, nós os examinaremos, de início, separadamente.

I — FATORES ESTÁTICOS (As Condições Geográficas)

1 — A Posição — Dois fatos importantes devem ser destacados: a posição latitudinal e a posição na borda ocidental do oceano.

A Região Sudeste está situada nas proximidades do trópico. Nela *nossa área de estudo* fica entre os paralelos de 21° e 24° de Lat. Sul, aproximadamente.*

Esta posição lhe confere forte radiação solar, uma vez que a intensidade deste fenômeno depende essencialmente da altura do Sol sobre o horizonte, ou seja, do ângulo de incidência dos raios solares, sendo tanto mais intensa quanto maior o ângulo de incidência, e este varia na proporção inversa da latitude. Daí resulta que da radiação direta do Sol, a quantidade de calor absorvida pelo níveis inferiores da atmosfera na nossa área de estudo é de cerca de 0,37 cal/cm²/min., enquanto que entre 60—90° de latitude é de apenas 0,13.

A irradiação 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 necessária à evaporação é a existência de superfícies líquidas. Ora, estando nossa área a leste do continente e possuindo litoral em toda sua extensão, fica evidente que ela possui uma superfície oceânica à disposição do processo de evaporação.

Entretanto, a posição tropical e a proximidade de uma superfície oceânica — com o conseqüente processo de radiação e evaporação intensas — não explicam por si só a elevada pluviosidade do Sudeste brasileiro. Estes fatores criam apenas pré-condições à precipitação. Os elevados índices deste fenômeno são uma conseqüência dos mecanismos dinâmicos que se processam nesta Região associados àqueles fatores estáticos (os processos dinâmicos serão examinados posteriormente).

De qualquer forma, o ciclo evaporação-condensação-precipitação está estreitamente ligado à radiação de ondas solares, e estas, por sua vez, são tanto mais importantes quanto menor o ângulo de incidência dos raios solares.

* Chamamos por *nossa área de estudo*, ou tão-somente por *nossa área*, o espaço compreendido entre o sul do Estado do Espírito Santo e o meridiano de 36°30' que passa pelo alto curso do rio Paraíba do Sul, a oeste de Santos. Dela fazem parte a Zona da Mata e o Sul de Minas Gerais, parte do Estado de São Paulo e todo o Estado do Rio de Janeiro. Quando tratarmos das precipitações pluviométricas de janeiro de 1967, *nossa área de estudo* compreenderá um espaço mais restrito, cuja referência faremos oportunamente.

A posição na borda oriental do continente sul-americano expõe a nossa área ao fluxo meridional de ar frio oriundo do Pólo Sul sobre as águas quentes do oceano (principalmente no verão). Assegura-lhe ainda a maior frequência de invasão de *Frentes Frias* (KF) e de *Linhas de Instabilidades Tropicais* (Linhas de IT), uma vez que ela está sob a trajetória preferida por tais correntes perturbadas. A importância desta situação será compreendida quando analisarmos os fatores dinâmicos.

Sua posição marítima confere às camadas de ar que lhe estão superpostas maior densidade de *núcleos de condensação*. Experiências de laboratório demonstraram que na atmosfera a saturação não determina automaticamente a condensação e a formação de nuvens. Para que haja condensação não bastam apenas evaporação e vapor d'água, torna-se ainda necessário que o ar contenha núcleos de condensação: 1.º os cristais de gelo das nuvens, 2.º os íons, 3.º as partículas em suspensão.

Os *cristais de gelo* são formados pela convecção dinâmica e pela convecção térmica.

Os íons são partículas muito pequenas eletrizadas, provenientes da desagregação das moléculas. Dêstes, os mais importantes são os chamados *grossos íons* (agregado de moléculas sobre os quais é fixado um pequeno íon), 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.

As partículas em suspensão são constituídas pelo *cloreto de sódio* sobre os mares ou próximo às costas, e por poeiras das cidades. Tanto os grossos íons como as poeiras possuem um papel muito importante na formação de nuvens, principalmente baixas. PEDELABORDE* chama atenção de que muitas vezes foi constatado, em situação de instabilidade, que as precipitações muito copiosas se produzem em Paris, e não a 20 km de Paris, onde o ar é muito mais puro.

Finalmente, a presença de cloreto de sódio no ar marinho acresce certamente a quantidade das chuvas nas regiões litorâneas. Da mesma forma, a ionização resultante da pulverização das finas gotículas das vagas exerce uma ação no mesmo sentido.

Ora, com exceção dos cristais de gelo, a posição marítima de nossa área de estudo, aliada à sua maior urbanização, determina certamente uma forte concentração desses núcleos de condensação nas camadas inferiores de sua atmosfera, contribuindo, assim, para o acréscimo de chuvas em seu território.

2 — A Topografia

A nossa área é constituída quase inteiramente por rochas cristalinas do Escudo Brasileiro, cujos níveis raramente ultrapassam 1 000 m. Apesar disso, ela se caracteriza, sobretudo, por possuir uma topografia bastante acidentada.

Este caráter de sua topografia favorece as precipitações, uma vez que ela atua no sentido de aumentar a *turbulência* do ar pela *ascendência orográfica*, notadamente durante a passagem de *correntes perturbadas*, que na nossa área correspondem às *frentes polares* e às *linhas de IT*.

* PEDELABORDE, Pierre — "Les Cours de Sorbonne": Introduction a L'etude Scientifique du Climat — Tome I — pp. 151 — Paris.

Entretanto, não apenas sua orografia é responsável pelo aumento das precipitações em nossa área. As linhas gerais do relevo constituem para esse fim um importante reforço. Em consonância à orientação de nossa área, as linhas gerais de seu relevo estão orientadas no sentido WSW—ENE.

A descrição deste relevo pode ser assim resumida:

Ao norte ergue-se a denominada serra da Mantiqueira. Trata-se de uma escarpa do Escudo Brasileiro que limita os Estados de São Paulo e Rio de Janeiro com Minas Gerais, seguindo a direção geral WSW—ENE. Na Zona da Mata de Minas Gerais esta escarpa é rebaixada e recuada pelo alto curso dos rios Pomba e Muriaé, afluentes do rio Paraíba do Sul.

Ergue-se novamente na fronteira de Minas com o Espírito Santo com o nome de serra do Caparaó, e penetra neste último Estado até próximo a Vitória com o nome de serra do Castelo. Nos limites dos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro com Minas Gerais sua linha de cristas atinge níveis que oscilam entre 1 200 a 2 800 m, repetindo-se mais distante nas serras do Caparaó e do Castelo.

Ao sul de nossa área, isto é, bem próximo do mar, aparece nova escarpa. Trata-se da chamada serra do Mar. Esta escarpa estende-se paralela à Mantiqueira, do baixo curso do rio Paraíba do Sul para SW. Em nossa área ela possui uma série de denominações: serra da Bocaina e serra do Mar em São Paulo, serra dos Órgãos e serra do Rio Preto no Estado do Rio. Na serra do Rio Preto os níveis mais altos estão entre 800 e 1 000 m. Na serra dos Órgãos também varia, principalmente entre 800 e 1 800, embora apresente picos que ultrapassam 2 200. Na serra do Mar e da Bocaina as altitudes oscilam entre 800 a 1 500 m, tendo, nesta última, locais que se elevam acima de 2 000 m. Entre a ilha de São Sebastião e Santos é de 800 a 1 000 m.

Considerando em todo seu conjunto, a serra do Mar apresenta-se como um paredão abrupto e contínuo. Entretanto possui dois rebaixamentos importantes, do ponto de vista climatológico: a seção entre as serras do Rio Preto e a serra dos Órgãos, onde o alto curso do rio Macabu entalhou profundamente a serra até ao nível de 500 m aproximadamente; e a seção situada entre a serra dos Órgãos e a da Bocaina, onde uma série de pequenos rios, dentre os quais o Ribeirão das Lajes, o Lapa e o Piraí aprofundaram tanto seus leitos que a crista da escarpa da serra do Mar chega a níveis inferiores a 500 m. Numa dessas depressões encontra-se o reservatório de Lajes (no alto curso do Ribeirão das Lajes). Entre estes vales ergue-se uma série de cristas paralelas no sentido SW-NE, dentre as quais destacam-se as serras do Itaguaí ou Mazomba, das Caieiras, do Itaguçu, do Leandro, do Capivari, das Araras e da Carioca. Seus níveis mais elevados são os seguintes: nas serras Itaguaí, Caieiras, Itaguçu e Leandro eles oscilam entre 800 a 1 000, com picos que ultrapassam os 1 100 m nas três últimas; na serra do Capivari varia de 1 000 a 1 200 m, com picos acima de 1 400 m; na serra das Araras é de 1 000 a 1 200 a oeste do reservatório de Lajes, com picos de 1 300 m, e de 500 a 1 000, ao norte e nordeste, entre o reservatório de Lajes e o de Vigário; na serra da Carioca é de 1 000 a 1 200 m, com picos que ultrapassam 1 300 m.

Esta escarpa dista, a NE, cerca de 50 km do mar, porém, à medida que avança para SW ela vai se aproximando do mar, e a partir da serra do Leandro a crista da serra dista apenas entre 5 e 20 km e seus primeiros contrafortes, em certas trechos, entram em contacto direto com a linha de costa.

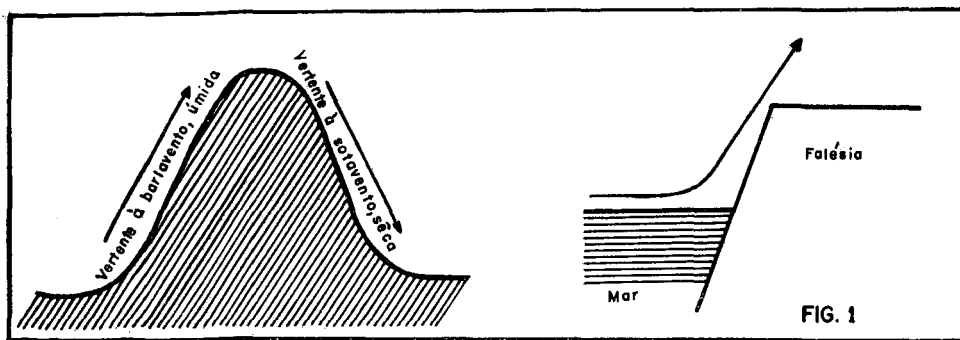
Entre as escarpas da Mantiqueira e do Mar aparece o vale do rio Paraíba do Sul em níveis bem inferiores à linha de cumeadas daquelas duas escarpas. Em São Paulo o nível médio deste vale é de 500 m. Da fronteira de São Paulo em direção ao baixo curso, decresce de 500 a 100 m até, aproximadamente, São Fidélis. Daí resulta que ele se acha em níveis muito inferiores aos níveis das escarpas que o ladeiam: 700 a 2 300 m, em São Paulo e de 700 a 1 700 m, no Estado do Rio.

Outra unidade topográfica importante é representada pela Baixada Litorânea. Dependendo da maior ou menor proximidade dos contrafortes da serra do Mar em relação à linha de costa, esta baixada possui largura muito variável. No norte do Estado do Rio de Janeiro ela atinge cerca de 50 km. Daí para SW ela vai se estreitando até ser reduzida a 8 ou 4 km, da baía de Sepetiba à ilha de São Sebastião. Neste trecho ela chega a desaparecer completamente nos locais em que os primeiros contrafortes da serra do Mar entram em contacto com o oceano. Da ilha de São Sebastião a Santos, a Baixada alarga-se novamente até cerca de 15 km, no máximo.

Finalmente, o planalto do sul de Minas. Trata-se do reverso ondulado e pouco inclinado da escarpa da Mantiqueira.

Estas unidades topográficas: Baixada Litorânea, serra do Mar, vale do Paraíba e serra da Mantiqueira, orientadas, paralelamente, no sentido WSW-ENE e situadas em níveis altimétricos tão bruscamente diferentes, constituem, como veremos posteriormente, os principais fatores responsáveis pela desigual distribuição das chuvas em nossa área de estudo.

A ascendência orográfica é devida aos relevos que obrigam o ar a se elevar e conseqüentemente perder temperatura segundo o *gradiente térmico adiabático de expansão*, ou seja 1°C por 100 m, portanto, $0,4^{\circ}\text{C}$ a mais que o gradiente térmico real (o *gradiente térmico real* é de $0,6^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$). As fortes precipitações a barlavento das cristas são dadas por este mecanismo. Enquanto isso, na vertente a sota-vento o processo é justamente o oposto, o ar se aquece na descida segundo o *gradiente adiabático de compressão*, na mesma proporção, constituindo o fenômeno conhecido por *efeito de föehn* (fig. 1).

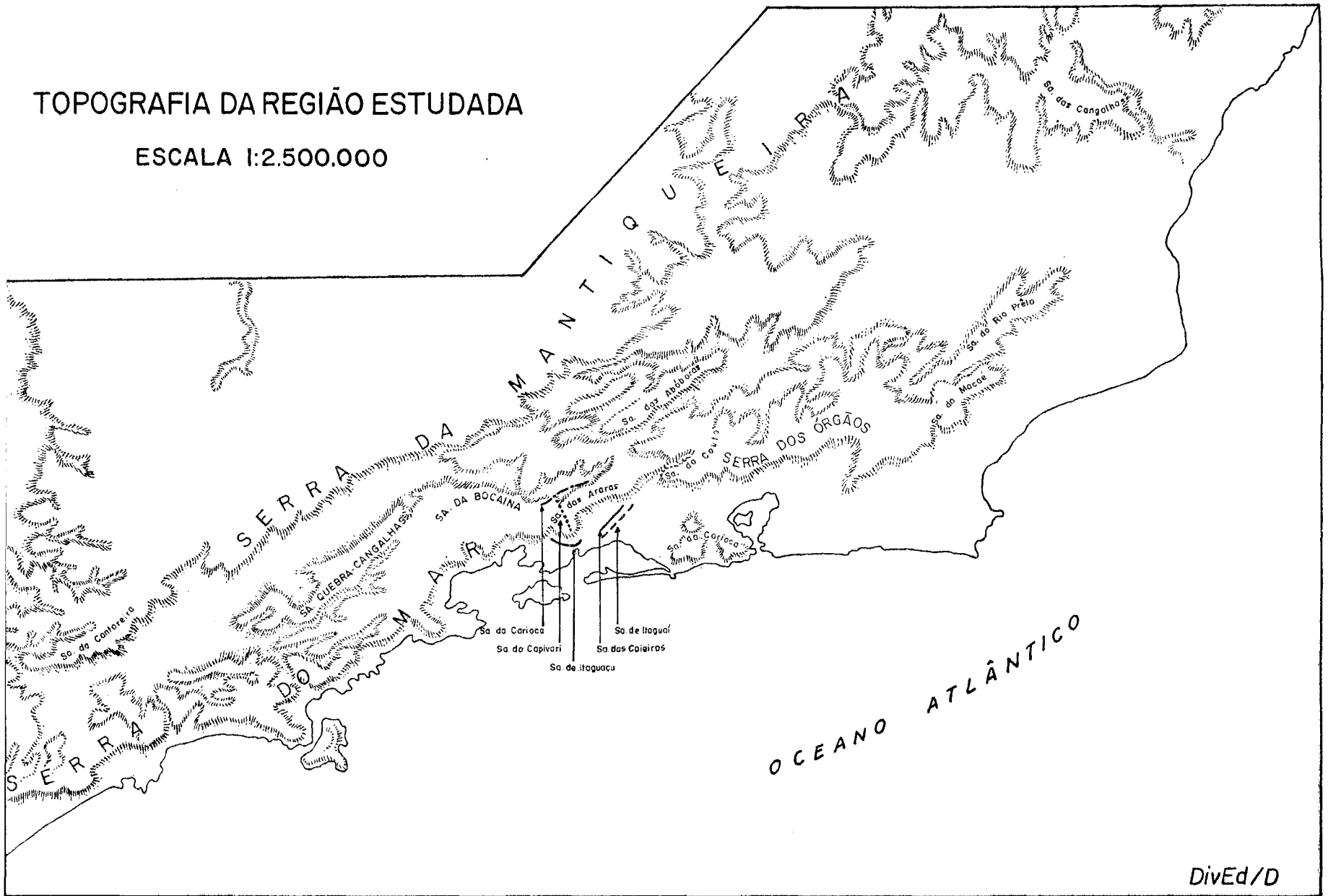


PEDELABORDE (ob. cit.) escreve que a monção do SW torna-se particularmente ativa abordando o Himalaia; o alísio marítimo propicia chuvas sobre as cristas das Antilhas expostas a E; as correntes perturbadas de NW lançam muitas vezes "trombas d'água" sobre os Alpes enquanto as chuvas são irrisórias sobre a bacia parisiense.

Este último fenômeno acontece freqüentemente quando as correntes perturbadas do quadrante Sul (Frentes Polares) atingem as serras

TOPOGRAFIA DA REGIÃO ESTUDADA

ESCALA 1:2.500.000



do Mar e Mantiqueira: sôbre as referidas serras tombam, muitas vêzes, chuvas abundantes, enquanto que ao Sul, sôbre o mar e Baixada Fluminense, e sôbre o Vale do Paraíba as precipitações são insignificantes.

II — FATÔRES DINÂMICOS

Todos os fatôres que vimos de analisar, decorrentes da posição e da topografia, desempenham papéis muito importantes nos processos de precipitação sôbre nossa área de estudo, sua maior ou menor intensidade e sua distribuição espacial. Entretanto, seu conhecimento não é suficiente para sua total compreensão. Para tanto torna-se indispensável a análise do mecanismo atmosférico que sôbre êles e nêles interferem: são os *fatôres dinâmicos*.

Tais fatôres são produtos da Meteorologia Sinótica, que estuda a mecânica geral da atmosfera, particularmente desenvolvida depois de 1921. Hoje êles se constituem no fundamento da moderna Climatologia, isto é, da *Climatologia Dinâmica*, em cuja metodologia está baseada esta pesquisa climatológica.

Faremos a seguir algumas considerações essenciais sôbre a Meteorologia Sinótica que, direta e indiretamente, interfere no regime pluviométrico da Região Sudeste, em geral, e em nossa área de estudo em particular *

Do ponto de vista da *Circulação Normal* a região Sudeste do Brasil permanece, a maior parte do ano, sob o domínio da *massa Tropical Atlântica*.

1 — *Fonte de Origem e Propriedade da Massa T A* — Forma-se das calmarias subtropicais da região marítima quente do Atlântico Sul, oriunda, portanto, do *anticiclone semifixo do Atlântico Sul*.

Esta massa, de divergência anticiclônica, possui elevada temperatura fornecida pela intensa radiação solar e telúrica das latitudes tropicais e forte umidade específica fornecida pela intensa evaporação marítima. Entretanto, em virtude de sua freqüente subsistência superior e conseqüente inversão de temperatura, sua umidade é limitada à camada superficial, o que favorece a mistura lateral e impede a vertical, dando-lhe um caráter de homogeneidade e estabilidade.

Na costa da África sua inversão térmica está, geralmente, em tórno de 500 m acima do nível do mar. Porém na parte oeste desta *Alta*, o aquecimento e a corrente marítima (quente) que tangencia o litoral do Brasil, o obstáculo imposto pela encosta do Planalto Brasileiro e provavelmente outros motivos, produzem no ar superficial um ligeiro movimento ascendente que eleva a inversão térmica para acima de 1 500 m. Como conseqüência, a umidade absorvida do oceano penetra até grandes alturas, tornando o setor ocidental da *massa Tropical Marítima* mais sujeita à instabilidade que o setor oriental. A inversão superior que está mais alta a oeste, eleva-se pouco a pouco para norte em direção a CIT, e para sudoeste em direção à *Frente Polar*, até desaparecer nestas descontinuidades. Isto possibilita a mistura da umidade específica, realizando a instabilidade por convergência, ao norte, e por ascensão frontal, a sudoeste.

Em condições normais esta massa de ar atua em nossa área de estudo com ventos geralmente de NE na superfície do solo, com in-

* Aos leitores que se interessam pelo assunto recomendamos a leitura das obras indicadas na bibliografia sumária. Trata-se de obras exclusivamente de Meteorologia, principalmente sinótica, algumas das quais utilizadas por nós no estudo dos *fatôres dinâmicos* que compõem a Meteorologia Sinótica de nossa área de estudo.

versão térmica superior, sobre a qual sopram ventos descendentes, também de NE, ambos se dirigindo para as baixas subpolares. Nestas condições, o tempo permanece estável e com pouca nebulosidade.

Entretanto esta circulação zonal é freqüentemente perturbada pela circulação meridiana dos anticiclones móveis de origem polar.

2 — *Fontes de Origem e Propriedades da Massa Polar* — Sua fonte é a região polar de superfície gelada, constituída pelo continente antártico e pela banquisa fixa. Seu limite coincide aproximadamente com a isoterma de 0°C na superfície do mar. De sua superfície anticiclônica divergem ventos que se dirigem para a zona depressionária subantártica, com desvio para oeste, originando nessa zona ocupada pelo “pack ice” e outros gelos flutuantes, as *massas polares*. Trata-se, portanto, de uma zona de transição entre o ar polar e o tropical. Dessa zona partem os *anticiclones polares* que periodicamente invadem o continente sul-americano com ventos de W a SW nas latitudes elevadas e médias, mas adquirindo, freqüentemente, a direção S a SE nas latitudes tropicais das áreas litorâneas da região Sudeste do Brasil, principalmente no verão, época em que, quase sempre, os *anticiclones polares* alcançam o Brasil com posição sobre o oceano Atlântico.

De sua origem e trajetória (SW-NE), até chegar à região Sudeste, derivam suas propriedades. Em sua origem estes anticiclones possuem forte inversão de temperatura e o ar é muito seco, frio e estável na base. Porém, em sua trajetória ele absorve o calor e umidade colhidos da superfície quente do mar, aumentados à proporção que ele caminha para o trópico. De sorte que, já nas latitudes médias, a inversão desaparece e o ar polar marítimo torna-se instável. Com esta estrutura e propriedades o *anticiclone polar* alcança a região Sudeste do Brasil, provocando chuvas e trovoadas, um tanto mais intensas no verão. O conjunto dêsse ar polar de divergência anticiclônica é denominado *massa polar marítima*.

3 — *A Depressão do Chaco e as Correntes Perturbadas* — O conhecimento destes aspectos, embora seja fundamental para a compreensão do estado do tempo, não é o bastante. Resta conhecer a *depressão do chaco* e as *correntes perturbadas*, que desempenham papéis muito importantes na Meteorologia Sinótica da Região Sudeste do Brasil.

A) *A Depressão do Chaco* — Sobre o continente sul-americano surgem ocasionalmente diversos pequenos núcleos de *baixa* pressão. Estas baixas de origem termodinâmica se caracterizam por serem extremamente móveis, aparecendo, deslocando-se e desaparecendo com extrema rapidez. São comuns no verão, quando o continente se acha superaquecido, e raras no inverno. Dentre elas destaca-se o centro de *baixa* conhecido por *Depressão ou Baixa do Chaco* e menos comumente por *baixa do interior* e *depressão continental*.

Este *baixa* é oriunda da frontólise na *frente polar pacífica*, depois desta transpor a Cordilheira dos Andes, onde sofre o efeito de dessecação adiabática.

Possui existência praticamente constante, o que bem a distingue das demais depressões sul-americanas. Atua, sobretudo, sobre a região do Chaco, daí seu nome. Entretanto, ela possui notável mobilidade. Sendo de origem termodinâmica ela desloca-se no sentido NW-SE acompanhando o movimento do Sol na eclíptica. No inverno austral ela possui uma posição média sobre a Bolívia, embora atinja freqüentemente o SW da Amazônia através do Acre e do Peru. No verão austral permanece mais freqüentemente sobre o Chaco, entre a Argentina e o Paraguai, embora atinja, não raras vezes, os Estados de São Paulo e

Paraná. É justamente nesta época do ano que esta *baixa* adquire grande importância, em virtude da forte radiação do solstício de verão. Este fato conjugado à Frontólise na *frente polar pacífica* e a sua posição continental, são responsáveis por sua elevada temperatura e secura.

Apesar de possuir uma circulação ciclônica na superfície, sua pouca umidade específica aliada à forte subsidência superior dificulta a formação de nuvens de convecção e trovoadas, sendo, portanto, responsável por tempo quente e seco.

B) As Correntes Perturbadas:

B.1 — Descontinuidade Polar ou Frente — Algumas noções gerais

Na linha de choque, entre duas massas de ar de temperatura e componentes opostas, forma-se uma superfície de descontinuidade que denominamos *frente*. Uma frente ao longo da qual o ar frio substitui o ar quente, chama-se *frente fria* (KF); e aquela ao longo da qual o ar frio é substituído por ar quente, denomina-se *frente quente* (WF). Quando o contraste das massas acarreta uma intensificação da *frente*, dizemos que esta está em *frontogênese* (FG); quando, ao contrário, ela entra em dissipação, dizemos que ela está em *frontólise* (FL).

As KF no hemisfério Sul geralmente se estendem na direção NW-SE. Ao longo delas formam-se ciclones que se deslocam segundo a mesma direção, no seio das quais existem acentuada mudança do vento, nuvens baixas e escuras, chuvas fortes, visibilidade reduzida, forte turbulência e possibilidade de formação de granizo e trovoadas. São imediatamente seguidas por chuvas finas e contínuas, para finalmente, sob o centro do *Anticiclone Polar*, o céu se tornar limpo com declínio acentuado da temperatura.

Noções específicas do continente sul-americano

Como vimos, os anticiclones móveis que deixam a região subpolar penetram no oceano, onde se aquecem e umidecem rapidamente, desaparecendo a subsidência superior. Com esta estrutura eles invadem o continente sul-americano, entre dois centros de Alta, o do Pacífico e o do Atlântico, seguindo duas trajetórias diferentes, condicionadas pela orografia: uma a oeste dos Andes, outra a leste dessa cordilheira.

Na primeira trajetória, a descontinuidade oriunda do encontro entre os ventos frios do *anticlone polar* e os ventos quentes do *anticiclone do Pacífico* constitui a *frente polar pacífica* (FPP). Na segunda, os ventos do *anticiclone polar* entram em oposição com os ventos das pequenas *altas* ocasionais do interior do continente e com a *alta* do *anticiclone semifixo do atlântico*, constituindo a descontinuidade denominada *frente polar atlântica* (FPA).

Em virtude da maior pressão sobre o Pacífico do que sobre o continente a primeira trajetória é pouco freqüentada. Entretanto, no *inverno*, apesar do *anticiclone do Pacífico* possuir maior pressão, a FPP, nesta época com maior energia, percorre regularmente esta trajetória, entre a *alta* do Pacífico e a Cordilheira dos Andes. Nesta situação a FPP estende-se da região subpolar até quase ao Norte do Chile, com orientação quase NNW-SSE. Com essa orientação ela transpõe os Andes. Ao transpor essa Cordilheira a FP sofre FL no interior do Brasil em contacto com a convergência da *baixa do interior*, enquanto

que seu setor meridional avança para NE ou para E, até se perder no oceano Atlântico, ao mesmo tempo que o *anticiclone tropical do atlântico* abandona o continente e se refugia no Atlântico.

Nessas circunstâncias as precipitações pluviométricas são pouco expressivas por vários motivos:

- 1.º — os ventos convergentes são muito lentos;
- 2.º — o ar quente da *massa Tropical Marítima* em ascensão dinâmica na rampa frontal possui pouca umidade específica por se tratar do inverno;
- 3.º — o anticiclone, por seu trajeto continental, após transpor os Andes, possui também pouca umidade;
- 4.º — em nossa área de estudo, a estes fatos junta-se a circunstância de o alinhamento das “serras” não se oporem aos ventos do *anticiclone polar* que nestes casos possuem componentes oeste a sudeste.

A segunda trajetória é bem mais freqüente no *verão* * É ela a principal responsável pela abundante precipitação na região Sudeste do Brasil e pelos aguaceiros de grande concentração/hora, que nesta época do ano ocorrem com certa freqüência nas suas áreas serranas e suas proximidades. Seu desenvolvimento assim se processa: no verão, em virtude do maior aquecimento do hemisfério Austral, há um declínio geral de pressão, principalmente sobre o continente. A FPP, com menos energia, raramente consegue percorrer a trajetória do Pacífico e galgar a cordilheira nas latitudes médias. Geralmente, esta descontinuidade polar transpõe os Andes pelo extremo-sul do continente, com orientação NNW-SSE. Ao transpor os Andes esta descontinuidade se ondula, originando um ciclone do tipo “norueguês”, com as características descritas no *tópico* “B-1” (Algumas noções gerais).

Êstes ciclones surgem no setor meridional da FPP, geralmente sobre a Terra do Fogo e se deslocam para SE em direção ao mar de Weddel, onde se dá sua oclusão completa.

Necessário se torna dizer que em qualquer estação do ano formam-se tais ciclones, porém, no verão, eles têm um papel especial. Nesta época, muitas vezes, mesmo quando o *anticiclone polar* não possui energia suficiente para, por si só, empurrar a KF em direção ao Equador, o vórtice deste ciclone consegue manter a KF em FG, fazendo-a girar no sentido dos ponteiros do relógio e, assim, ela consegue atingir a Região Sudeste com orientação NW-SE, e daí perder-se no oceano.

Após transpor os Andes a FPP sofre um ligeiro estacionamento, durante o qual ela adquire orientação NW-SE. Neste sentido ela avança para NE, constituindo-se em FPA. Ao alcançar a região do Chaco, a *depressão continental*, nesta época bastante aprofundada, impede, geralmente, sua progressão pelo interior. Aí, em contato com a convergência daquela depressão a FPA entra em FL ou recua como WF. Enquanto

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

isso, o *anticiclone polar* que caminhava sobre o continente, na altura do Uruguai, é desviado para o litoral do Brasil, mantendo a KF em progressão para NE pela rota marítima.

Ao atingir a Região Sudeste, a Frente não possui, na maioria das vezes, energia suficiente para mantê-la em constante FG. Estabelece-se, pois, o equilíbrio dinâmico entre a *alta do atlântico sul* e a *alta polar*. Nesta situação a FPA permanece semi-estacionária, oscilando entre os paralelos 20 a 24° Lat. Sul, durante 2 a 3 dias, condicionado pela maré barométrica, mantendo característica de KF, após o que pode evoluir por diferentes estágios:

- 1.º caso — pode entrar em FL (dissipação) sobre o continente, enquanto mantém-se em FG sobre o mar;
- 2.º caso — após avançar como KF a FPA recua como WF com orientação NE-SW em direção ao oceano, acompanhando o deslocamento do *anticiclone polar* para E, ou o seu recuo para S ou SE. Se ao iniciar este processo a KF estiver sobre Minas Gerais, ela passa novamente sobre nossa área de estudo, agora, com características de WF.
- 3.º caso — após a FPA avançar como KF e experimentar FL, conforme o 1.º caso, ela readquire FG pelo *reforço* de ar frio no *anticiclone polar*, fornecido por nova FPP após transpor os Andes, ou pela maré barométrica. Neste caso, nossa área continua submetida a chuvas frontais;
- 4.º caso — após a FPA avançar com o KF e experimentar FL, como no 1.º e 3.º casos, ela recua como WF pelos motivos citados no 2.º caso. Após o que ela readquire FG, pelos motivos citados no 3.º caso. Se esta evolução ocorrer após a KF ter passado por nossa área, ela retorna a esta área como WF e novamente por outra KF.
- 5.º caso — após a FPA evoluir segundo as diferentes formas descritas acima, mantendo seu ciclo de chuvas pré-frontais, frontais e pós-frontais sobre as regiões ou áreas onde ela atua, pode acontecer duas coisas:
 - (5.º caso “a”) ou ela avança para NE ou E, dissipando-se com a absorção do *anticiclone polar* pelo *anticiclone tropical* do Atlântico Sul, ou
 - (5.º caso “b”) o *anticiclone polar* mantém-se ativo ao longo do litoral Sul do Brasil e, conseqüentemente, novo ciclo de chuvas frontogenéticas junta-se ao primeiro, constituindo-se num grande ciclo de chuvas frontogenéticas que, por sua vez, pode evoluir segundo um dos casos acima descritos (do 1.º ao 4.º caso).

Exemplo do 5.º caso “b” tivemos em janeiro de 1967 entre os dias 18 e 31, período de grandes aguaceiros, como veremos na 4.ª parte, dentre as quais faz parte a referida “tromba d’água” sobre as áreas do reservatório de Lajes.

Esclarecemos que as *frentes frias* e *quentes* que atingem a Região Sudeste do Brasil pouco têm em comum com as frentes dos ciclones “noruegueses”, cuja passagem provoca tormentas de notável violência

pela velocidade da vorticidade ciclônica. Estes, como vimos, sòmente aparecem nas latitudes do extremo Sul do continente sul-americano, raramente atingindo as latitudes médias, mesmo assim, no máximo até os Pampas argentinos.

Na Região Sudeste do Brasil, em situação frontogenética, os ventos sopram geralmente de 5 a 10 nós (9 260 a 18 520 metros/hora). Velocidades de 30 a 35 nós (55 560 a 64 820 metros/horas) são muito raras, mesmo assim, quase que exclusivamente no verão, ao longo do litoral, em consequência do aprofundamento da *baixa do chaco*. A rampa frontal é também muito menos inclinada do que as das *frentes dos ciclones "noruegueses"*. Em compensação o índice de umidade específica do ar em oposição ao longo da rampa frontal é muito superior aos das massas de ar em confronto nas latitudes elevadas. Por isso, suas precipitações pluviométricas são, muitas vezes, mais abundantes, principalmente nas áreas serranas da Região Sudeste do Brasil pelos fatores que já conhecemos.

Outro aspecto dinâmico importante na distribuição das precipitações em nossa área de estudo diz respeito à *direção dos ventos durante as situações frontais e pós-frontais*.

Pela análise das cartas sinóticas de 12:00, 18:00 e 24:00h TMG, referentes ao semestre de "verão" de 1950 e aos meses de dezembro de 1966 e janeiro de 1967, obtivemos os seguintes postulados, relativos ao verão.

- a) As *frentes polares* atingem nossa área de estudo, na maioria das vezes, com orientação WNW-ESE e, secundariamente, WE. As orientações NW-SE são menos freqüentes, e as NE-SW muito raras.
 - b) Destas orientações decorrem, principalmente, a direção dos ventos polares. Se sôbre nossa área a FPA possui orientação NW-SE os ventos possuem componentes de SW; se a orientação é de WSW-ENE ou WE, os ventos são de S a SE; se é NE-SW, os ventos são de SE.
 - c) Em situações pós-frontais, se a FPA achar-se sôbre o Espírito Santo ou Bahia, com *anticiclone polar* ao S ou SE de nossa área com posição, portanto, marítima, os ventos são de SE, se o *anticiclone* estiver a E, de nossa área, os ventos são de E, e até de NE; se o anticiclone estiver sôbre o litoral paulista, os ventos são de SW a S.
- Esclarecemos que quando a FPA encontra-se sôbre o Espírito Santo ou Bahia, o *anticiclone polar*, geralmente, possui posição marítima ao S ou SE de nossa área.
- d) Do exposto nos tópicos "a" a "c" concluímos que no verão, em *situações frontais*, sopram em nossa área de estudo ventos, na maioria das vezes, com componentes SE e secundariamente de S; em situações pós-frontais (com FPA no Espírito Santo ou Bahia) os ventos polares possuem geralmente componentes SE.

Esclarecemos, contudo, que a direção dos ventos polares não está ligada apenas à orientação e posição das *frentes* e do *anticiclone polar*. A posição e profundidade da *baixa do chaco*, e o sentido do traçado das isóbaras do *anticiclone polar* são igualmente importantes e podem desfazer aquelas relações. Só não demos ênfase a estes dois aspectos porque geralmente eles são automaticamente considerados; uma vez que eles influem na posição dos *anticiclones* e na orientação das *frentes*.

B.2 — *Linha de Instabilidade Tropical (IT)*

Outro fenômeno de perturbação atmosférica na Região Sudeste que merece apreciação é a chamada *Linha de Instabilidade Tropical (IT)*. Num quadro de isóbaras a IT se apresenta como um vale de menor pressão (baixa) separando dois núcleos de alta pressão (dorsais). No seio de uma *Linha de IT* o ar em convergência acarreta, geralmente, chuvas e trovoadas. Sua origem não está bem esclarecida, uma vez que estes fenômenos estão ligados à ondulação nas *frentes polares*, nas latitudes médias e este movimento ondulatório, por sua vez, é motivo de muita controvérsia. * O que está fora de dúvida é que tais fenômenos são comuns no Brasil, separando dorsais de massas tropicais, notadamente do fim da primavera, ao início do outono, ou seja, durante o “verão” brasileiro, estando sua origem ligada ao movimento ondulatório que se verifica na FPA ao contacto com o ar quente das massas tropicais. Nessas situações termodinâmicas surgem *Linhas de IT* a partir das ondulações frontais e da *baixa do Chaco*, praticamente normais à FPA.

Tais depressões induzidas em dorsais de massas de ar tropical são extremamente móveis. Assim que a FPA se ondula no Paraguai, Norte da Argentina e Sul do Brasil, formam-se ao Norte dela uma ou mais IT sobre o continente. Propagam-se cerca de 1 000 km de extensão, anunciando com nuvens e geralmente chuvas (pré-frontais) a chegada de KF com antecedência de no mínimo 24 horas que, no entanto, pode não chegar. A medida que a KF caminha para o equador as IT se deslocam para E ou, mais comumente, para SE. Se a KF se estaciona, cessa também o deslocamento da IT. Com o recuo da FPA a IT recua para W ou NW.

A Região Sudeste do Brasil, particularmente nossa área de estudo, está sob a trajetória mais freqüentada pelo deslocamento das *linhas de IT* que, surgindo no centro do país, se deslocam para SE indo desaparecer sobre o mar.

2.^a Parte

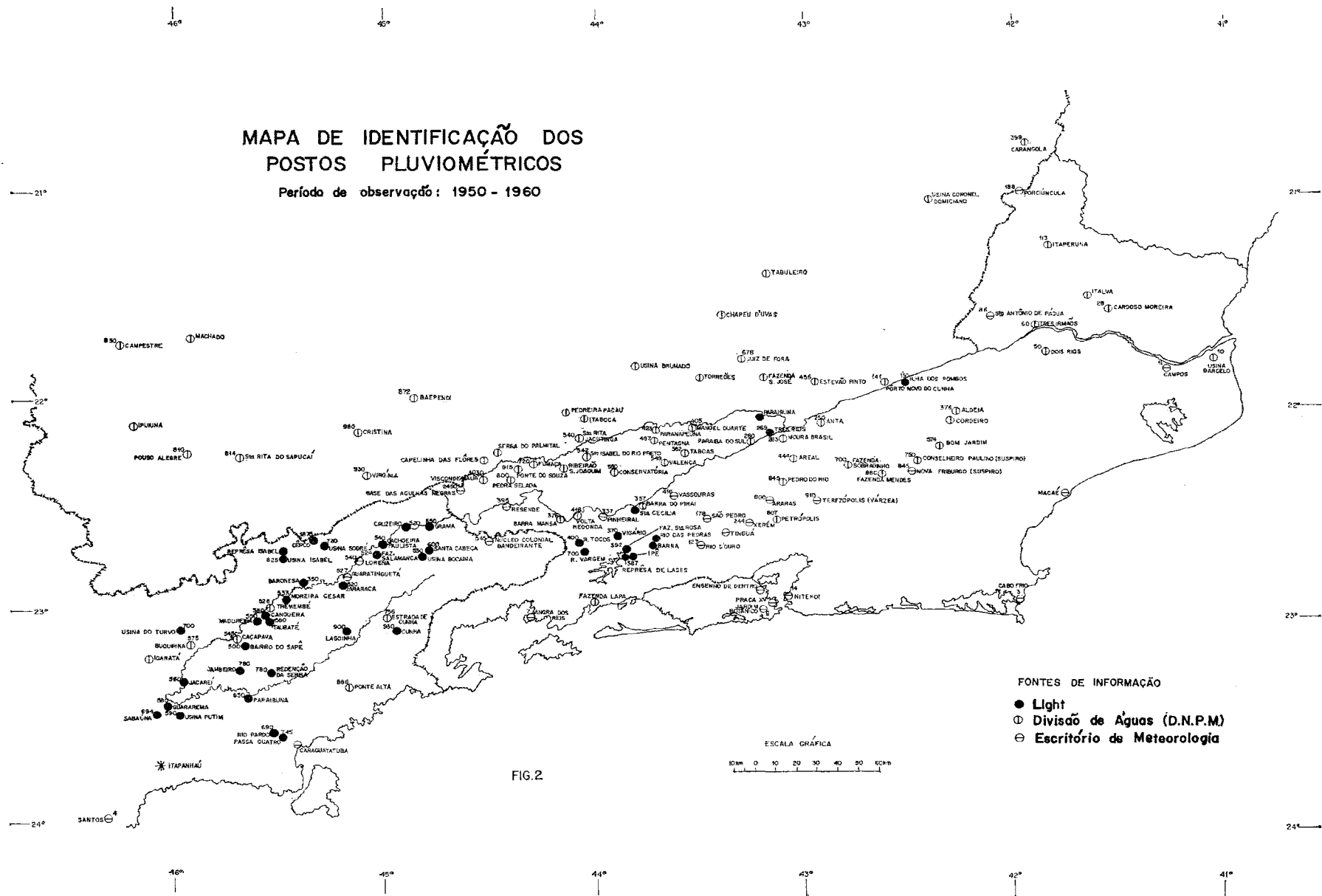
Distribuição e regime das Precipitações pluviométricas

I — NORMAIS DO ANO

Determinados pelos fatores *dinâmicos* e *estáticos* que vimos de analisar, nenhuma região brasileira apresenta uma distribuição espacial de precipitações pluviométricas, tão diferenciada. A altura da precipitação anual exprime muito bem este caráter, conforme demonstra o mapa: *Altura Média da Precipitação*, relativa à Normal de 1950-1960. Fig. 3. **

* A este respeito indicamos a leitura dos seguintes autores, cujas obras estão citadas na bibliografia da unidade climatológica: V. BEJERKNES; H. SOLBERG; T. BERGERON; S. PETERSEN; R. PÔN; J. BESSEMOULIN; B. HAURWITZ; P. QUENEY; V. MIRONOVITCH; A. SERRA.

** A escolha deste período decorreu da circunstância de ser aquele que apresenta o maior número de postos pluviométricos representativos de uma Normal expressiva para nossa área de estudo. Os postos pluviométricos utilizados para este fim estão representados na fig. 2 — Mapa de Identificação dos Postos Pluviométricos — Período de Observação: 1950-1960. O número que aparece ao lado de cada posto refere-se à altitude em que o mesmo está situado.



46°

45°

44°

ALTURA MÉDIA DA PRECIPITAÇÃO

21°

— Período de observação: 1950-1960 —

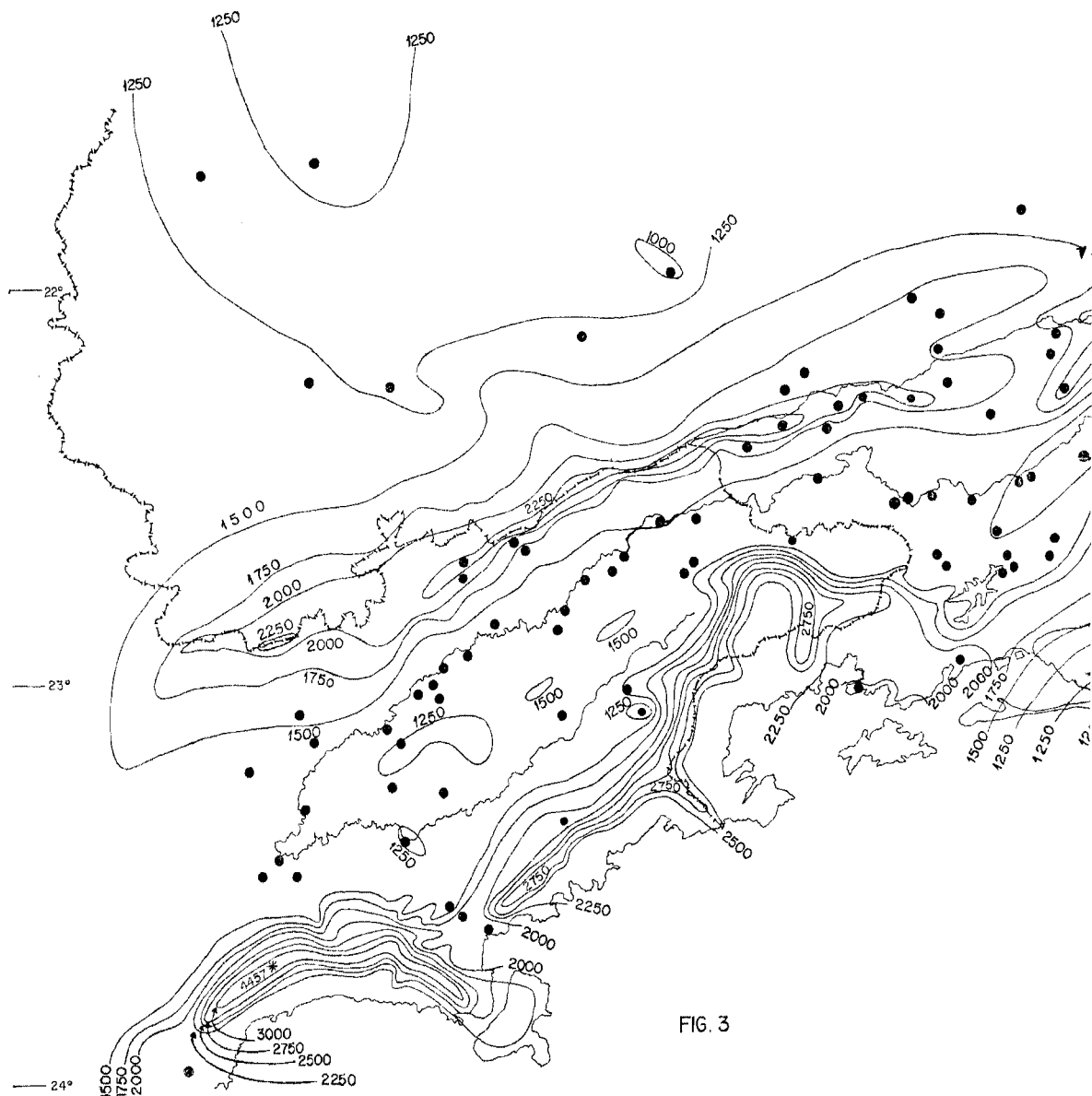
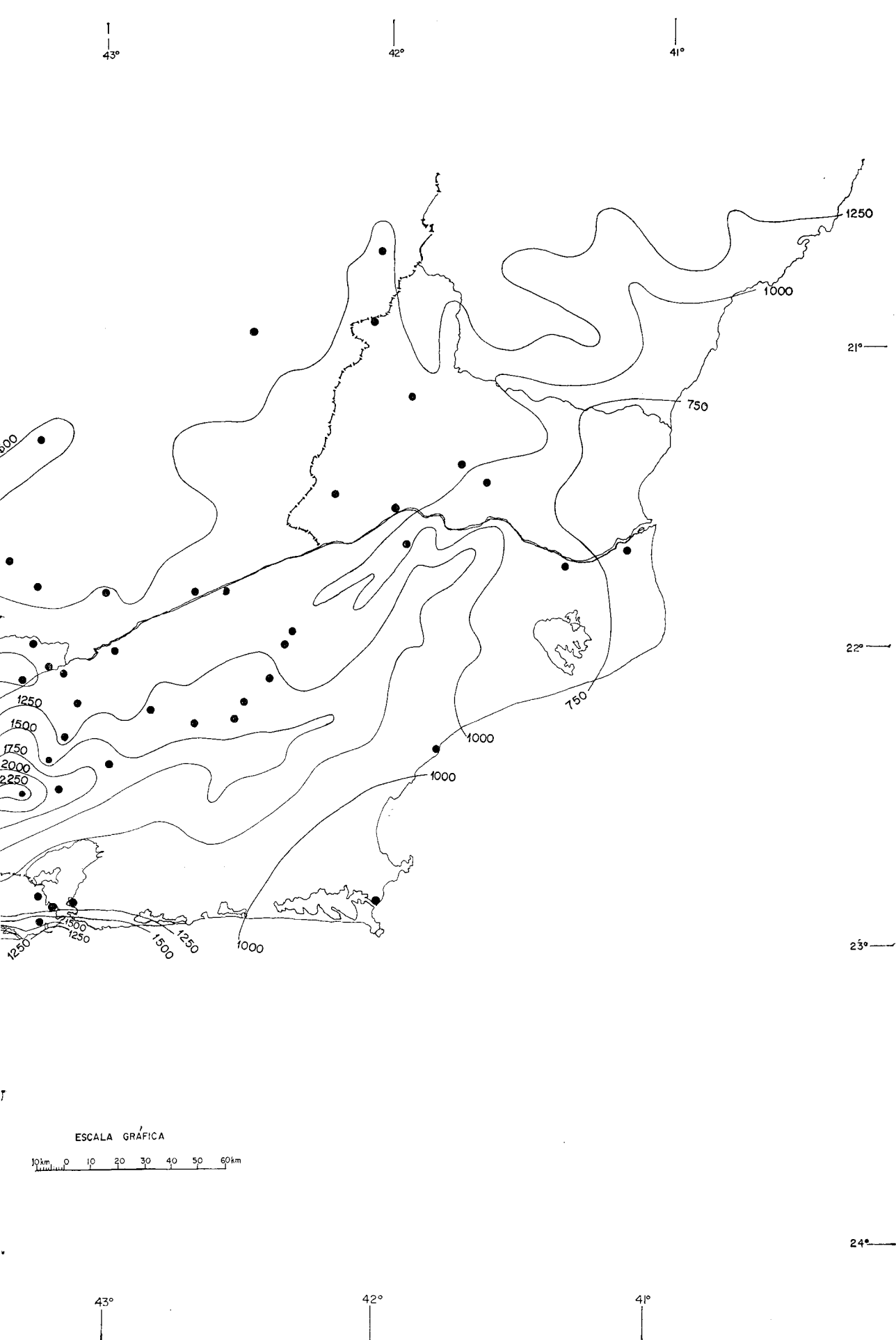


FIG. 3



A posição de nossa área na borda oriental da América do Sul, na zona tropical, sob a trajetória preferida das correntes perturbadas, assegura uma boa frequência de chuvas durante todo ano. Porém sua distribuição quantitativa é determinada por dois fatores: a *orografia* e o *mecanismo dinâmico*.

O paralelismo das escarpas do Mar e da Mantiqueira opondo-se frontalmente à direção dos ventos das correntes de circulação atmosférica perturbada, representada sobretudo pelas *descontinuidades polares*, exerce uma sensível influência neste caso: *as precipitações pluviométricas crescem na proporção direta da altitude*.

As “serras” do Mar e da Mantiqueira são bem mais pluviosas que o litoral e o Vale do Paraíba do Sul. Nenhuma outra “serra” do território nacional exerce tanta influência no sentido do acréscimo de precipitação quanto estas duas “serras”.

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

A maneira pela qual estas “serras” atuam no sentido de aumentar as precipitações sobre elas já foi focalizada quando analisamos o papel da orografia na intensificação da turbulência do ar pela ascensão dinâmica provocada pelo obstáculo montanhoso. Acrescentamos apenas que, em virtude de o maior número de precipitações (inclusive as mais abundantes) em nossa área estar ligada às instabilidades frontais e pós-frontais, a serra do Mar, por ser, na maioria das vezes, a primeira a ser atingida pelas correntes perturbadas de origem subpolar, é mais pluviosa que a serra da Mantiqueira. Entretanto, chuvas de *frentes semi-estacionárias* ou de WF podem levar à Mantiqueira precipitações mais copiosas que na serra do Mar, bem como as de KF de orientação quase N-S. Mas, na maioria das vezes, a serra do Mar recebe mais chuva que a Mantiqueira.

Enquanto os níveis mais elevados da Mantiqueira recebem em média entre 2 000 a 2 500 mm de chuva durante o ano, a serra do Mar acolhe de 2 000 a 4 500 mm.

Chamamos ainda atenção para a diferença entre os índices pluviométricos de um lado e do outro das referidas serras. As encostas meridionais, na maioria das vezes encostas a barlavento, são bem mais chuvosas que as encostas setentrionais a sotavento. Na encosta a barlavento da Serra do Mar, por exemplo, as iosietas de valores mais elevados que passam na crista da serra desce aos níveis médios desta encosta, enquanto que a sotavento as precipitações diminuem bruscamente da crista para o Vale do Paraíba.

Em violento contraste, aparece o Vale do Paraíba. A subtração de umidade do ar realizada pelas Serras da Mantiqueira e do Mar (desta principalmente) e a dessecação adiabática tornam esta depressão topográfica bem menos úmida e chuvosa. Aí, a pluviometria anual varia de 750 a 1 000 mm.

Outra área igualmente menos chuvosa é a Baixada Litorânea. Seu trecho do Espírito Santo à lagoa de Araruama no Estado do Rio de Janeiro, apresenta as mais baixas alturas de precipitação, inferior a 1000 mm. Entretanto, o mesmo não acontece na seção que se estende da Fazenda Lapa a Santos. Nesse trecho, a proximidade da “serra” torna a Baixada muito chuvosa, caindo em média de 2 000 a 2 500 mm. de chuva ao ano.

A participação do relevo nos processos de precipitação pluviométrica em nossa área pode ainda ser observada nas cidades do Rio de Janeiro e Niterói, onde os maciços da Carioca e de Niterói e bairros vizinhos são bem mais chuvosos ($> 1\,500\text{ mm}$) que o conjunto da baixada ($< 1\,250\text{ mm}$).

Outro fator igualmente importante na repartição da pluviosidade em nossa área é constituído pelo mecanismo atmosférico regional. A observação do mapa de isoietas nos indica com extrema evidência que as precipitações são mais importantes a sudoeste e menos a nordeste, em outros termos, *as precipitações decrescem de WSW para ENE*.

Como vimos na 1.^a parte dedicada aos *fatores dinâmicos*, as perturbações frontais no verão, em nossa área de estudo, caminham na maioria das vezes de WNW para ENE. Desta circunstância decorre a maneira pela qual se repartem os totais pluviométricos em nossa área, com tendência geral para decréscimo em direção a ENE.

No vale do Paraíba, a isoietas de $1\,250\text{ mm}$ não alcança o território paulista ficando este, salvo em raríssimas exceções, com precipitação superior a $1\,250\text{ mm}$. Por outro lado as isoietas de $1\,000$ e 750 mm são exclusivas do baixo curso deste rio.

Pelo litoral, a isoietas de $2\,000\text{ mm}$ vinda de SW desaparece na altura da baía de Sepetiba. Daí para E e NE os índices pluviométricos decrescem bruscamente até atingirem totais inferiores a 750 mm nas baixadas de Itabapoana e Campista.

Na serra do Mar a isoietas de $1\,250\text{ mm}$, que na altura dos meridianos de Cabo Frio aparece na crista da Serra, na altura da Guanabara, é lançada em direção ao Vale do Paraíba, e os níveis elevados da escarpa são representados pelos valores de $1\,750$ e $2\,000\text{ mm}$. Na altura do reservatório de Lajes os índices pluviométricos decrescem pelo rebaixamento da Serra do Mar. Porém, mesmo assim, há uma sensível diferença da altura das chuvas entre as encostas a barlavento e sotavento. Na altura dos meridianos da Baía da Ilha Grande a precipitação volta a subir, apresentando valores superiores a $3\,000\text{ mm}$ nos níveis mais elevados da serra, atingindo na altura dos meridianos da praia de Guaratuba, valores superiores a $4\,000\text{ mm}$.

Na serra da Mantiqueira esta tendência não pode ser comprovada, pelo rebaixamento e recuo da escarpa na zona da Mata de Minas Gerais, embora a observação do mapa de isoietas permita sugerir a mesma tendência.

Deste modo concluímos que o *fator dinâmico* é o responsável pelo aumento da precipitação na direção ENE-WSW (fator de influência regional), enquanto que a orografia faz aumentar com a altitude e disposição em relação às correntes perturbadas (fator de influência local).

A conjugação destes dois fatores rege a distribuição da pluviometria na nossa área de estudo. A comprovação da influência regional do fator dinâmico naquela tendência será demonstrada posteriormente.

II — REGIME ANUAL

Como vimos a nossa área de estudo é bem regada por chuvas. Porém este fenômeno assume importância bem diferente conforme a época do ano.

1 — Concentração das chuvas no semestre mais chuvoso

Com base em Normais climatológicas verificamos que durante o inverno a pluviometria é insignificante.

Nesta época a insuficiência chega a determinar, do ponto de vista ecológico, 1 a 4 meses secos assim situados: junho ou julho, junho-julho, maio-junho-julho, junho-julho-agosto e maio-junho-julho-agosto. Somente as serras do Mar e Mantiqueira e o litoral sudoeste não apresentam sequer um mês seco, não obstante o declínio sensível da pluviometria durante o inverno

Em contrapartida, no semestre de “verão” se concentra a maior quantidade das precipitações. O mapa *porcentagem da precipitação média nos 6 meses consecutivos mais chuvosos* (Fig. 4) indica os seguintes fatos:

- a) Para quase todos os postos pluviométricos o semestre mais chuvoso compreende os meses de outubro-novembro-dezembro-janeiro-fevereiro-março. Apenas alguns postos constituem exceção ao abarcar os meses de novembro-dezembro-janeiro-fevereiro-março-abril;
- b) o acúmulo de chuvas nestes 6 meses alcança totais muito superiores aos acumulados nos outros 6 meses do ano. Na serra do Mar e Baixada Litorânea concentram-se, geralmente, no semestre mais chuvoso 70 a 80% da pluviometria anual, decaindo em direção ao mar, sob efeito da maior maritimidade. No Vale do Paraíba, na Mantiqueira, no Planalto e Zona da Mata de Minas Gerais a concentração, sob menor influência marítima, atinge de 80 a 85%, chegando, até mesmo, em alguns locais, a ser superior a 95%.

Esta forte concentração pluviométrica no semestre de “verão” decorre mais do fato de serem mais copiosas as chuvas nesta época do ano do que de sua maior frequência.

2 — Concentração das chuvas no trimestre mais chuvoso

Neste ponto tornam-se necessárias algumas explicações. O estudo da concentração pluviométrica nos três meses consecutivos mais chuvosos não tem muito sentido do ponto de vista climatológico, uma vez que em nossa área, pelo menos em termos de *normais*, não existe um trimestre cuja pluviometria, quando comparadas ao total do ano, mereça destaque. Em nossa área, como vimos, a concentração mensal de chuvas que justifica um destaque compreende 6 meses.

Entretanto, tendo em vista que a altura da precipitação máxima em 3 meses consecutivos constitui um dado importante para a compreensão dos processos erosivos e de desabamento de rochas, incluímos neste trabalho um estudo deste elemento, porém, não no seu aspecto percentual, mas de seus valores absolutos. Para este fim, realizamos estudo minucioso nas áreas próximas ao reservatório de Lajes compreendendo um quadrilátero de $75 \times 67,5$ km. *

* Os postos pluviométricos utilizados neste estudo estão relacionados e localizados na Fig. 5.

PORCENTAGEM DA PRECIPITAÇÃO MÉDIA NOS 6
MESES CONSECUTIVOS MAIS CHUVOSOS
EM RELAÇÃO AO TOTAL ANUAL

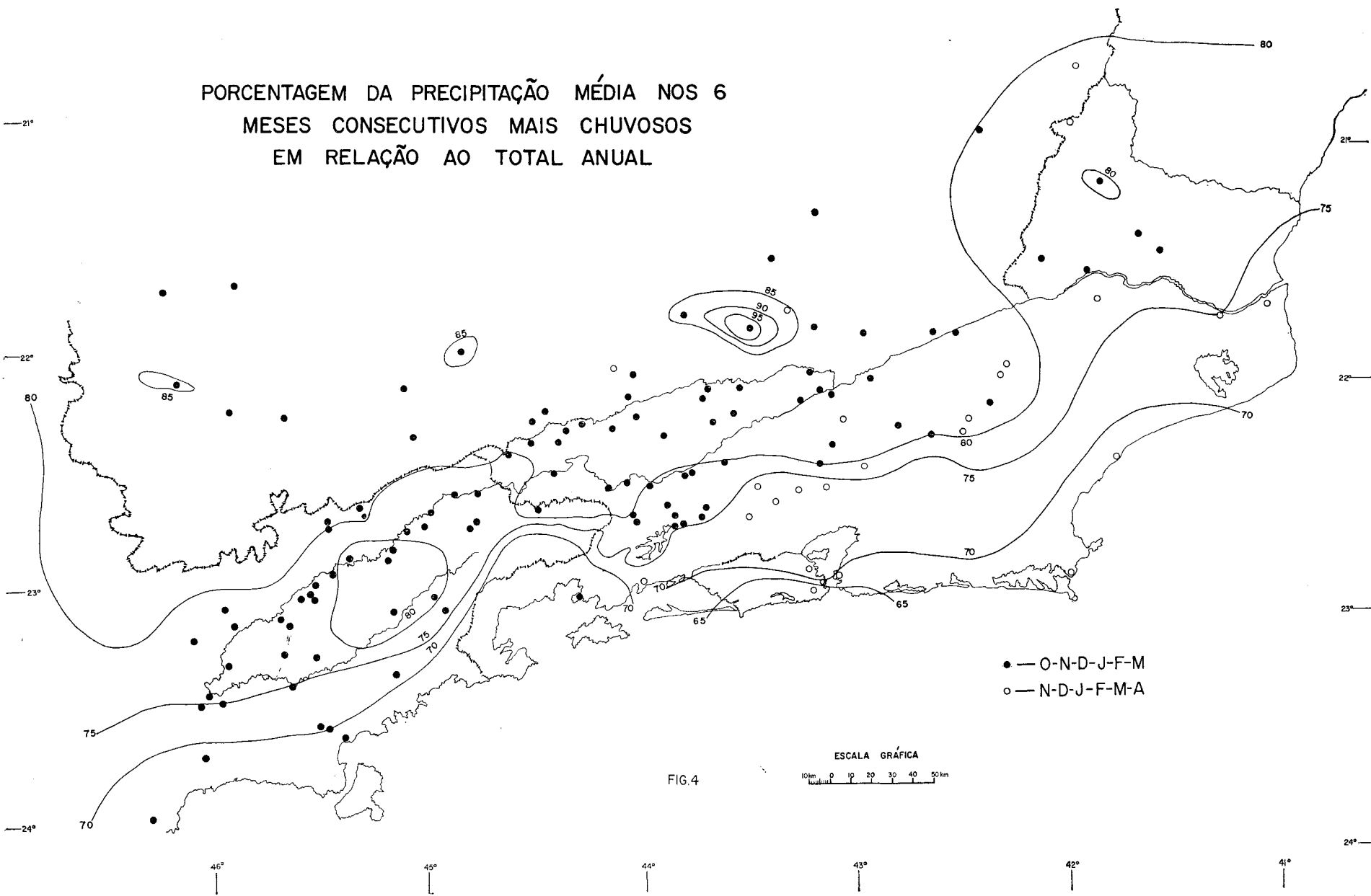


FIG.4

MAPA DE IDENTIFICAÇÃO DOS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS

P. Observação : 1950 - 1960

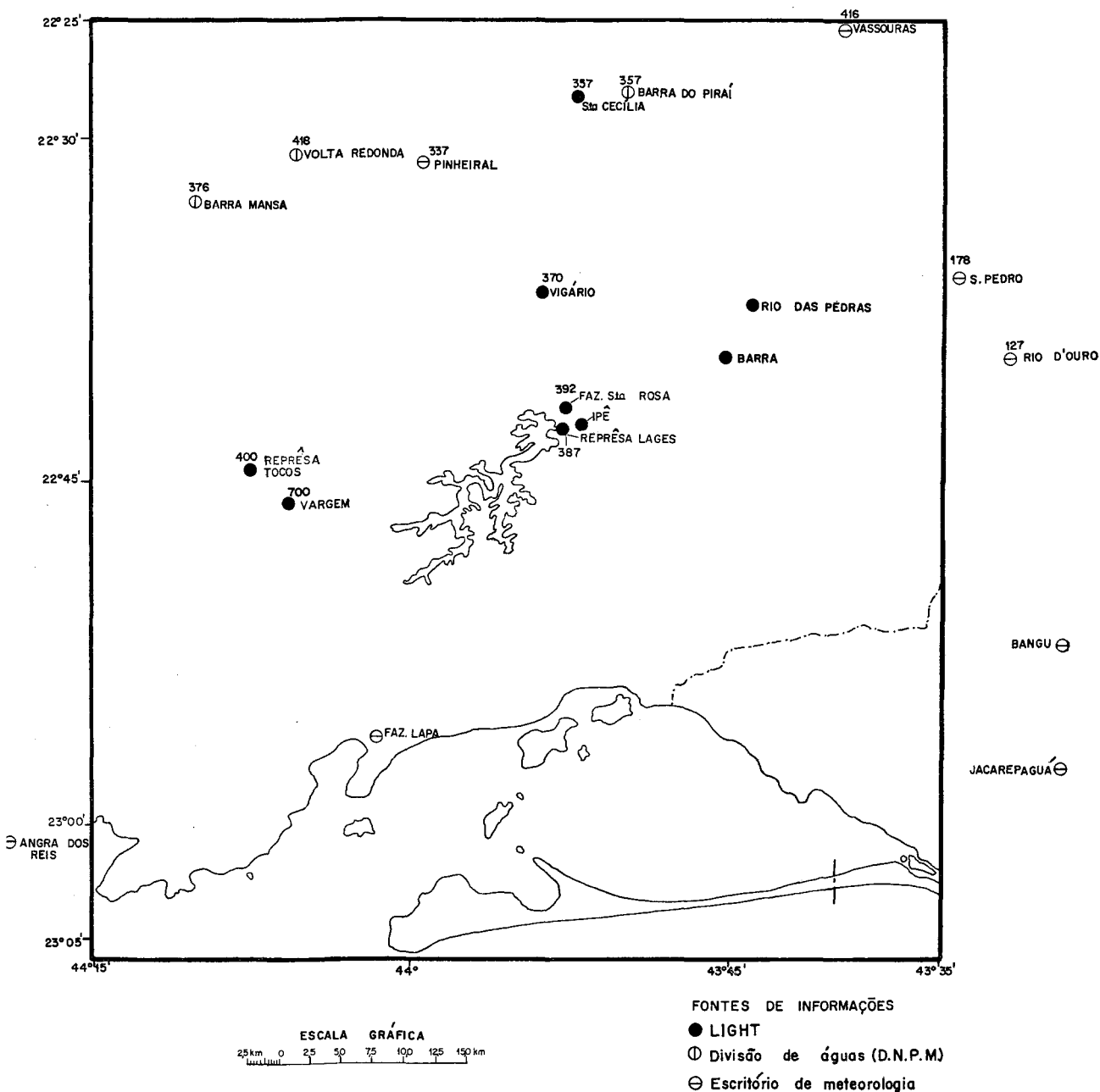
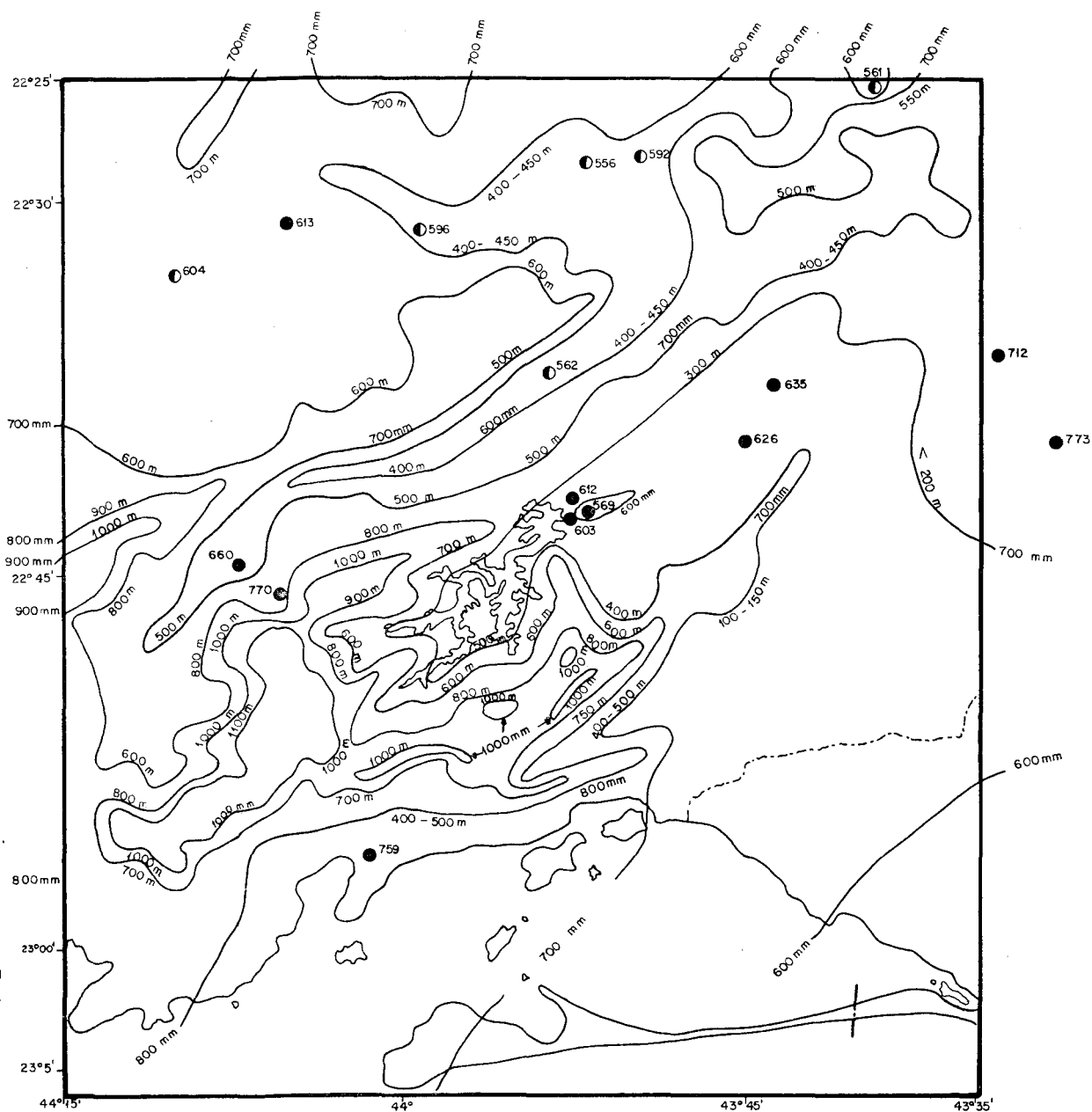


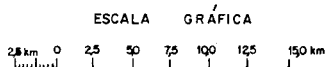
FIG.5

ALTURA MÉDIA DA PRECIPITAÇÃO DOS TRÊS MESES CONSECUTIVOS MAIS CHUVOSOS - 1950 - 1960 -



- JAN - FEV - MAR.
- DEZ - JAN - FEV.

FIG.:6



Os resultados dêste estudo aparecem no mapa correspondente à Fig. 6. Neste mapa destacamos dois fatos que consideramos dos mais importantes e que são extensivos a toda região serrana do Sudeste do Brasil: *

a) a altura da precipitação máxima em 3 meses consecutivos é muito elevada. Os locais que acusam altura inferior a 600 mm são de pouca importância, quando comparados àqueles cuja altura é superior a esta cifra;

b) A conjugação dos fatores orografia e maritimidade determinam os mais elevados níveis pluviométricos. Nas "serras" que contornam o reservatório de Lajes estes dois fatores se conjugam, elevando as precipitações a alturas de 800 a 1 000 mm.

Finalmente recomendamos a observação pessoal dêste mapa. Ela não apenas dará inúmeros exemplos comprobatórios da conjugação daqueles fatores referidos acima, como ainda indicará a relação aproximada entre a altura da precipitação e a cota altimétrica para todo o referido quadrilátero.

As duas formas diferentes que utilizamos para simbolizar os postos pluviométricos indicam os meses que compreendem o trimestre mais chuvoso: janeiro-fevereiro-março (em maioria) e dezembro-janeiro-fevereiro (minoria).

III — DESVIO PLUVIOMÉTRICO ANUAL

Tudo que vimos sobre os índices pluviométricos expressos nos mapas correspondentes às figs. 3, 4 e 6 não passam de quantidades médias. Por isso mesmo não correspondem a uma realidade concreta. Baseado em *normais*, seu valor reside apenas no fato de que tais médias indicam com absoluta precisão a tendência geral do comportamento do fenômeno que se pretende estudar. Portanto, seu valor é limitado e relativo.

Neste trabalho, o fenômeno em causa se refere à altura da precipitação pluviométrica do ano e seu regime. Trata-se portanto do fenômeno meteorológico mais importante e irregular nas regiões tropicais.

Na Região Sudeste do Brasil, este fenômeno se caracteriza sobretudo pela sua irregularidade, somente inferior ao da Região Nordeste. Na Região Sudeste a altura das precipitações, quando comparada de um ano para outro, é tão notável que até mesmo a época dos meses mais chuvosos, que na maioria das vezes se verifica no trimestre de verão, desloca-se para o outono, podendo até mesmo atingir os meses do inverno. Neste particular, aliás, o regime de chuvas na Região Sudeste é mais irregular que o da Região Nordeste.

Ora, pertencendo nossa área de estudo à Região Sudeste, tornou-se indispensável o exame do comportamento dêste fenômeno segundo os métodos da *climatologia dinâmica*.

Dentro dêste período por nós utilizado no exame das *normais* (1950-1960), a altura das precipitações se caracterizou pelo seu notável desvio, destacando-se o ano de 1950 como o mais pluvioso, enquanto que o ano de 1954 sobressai como o de menor índice de precipitação.

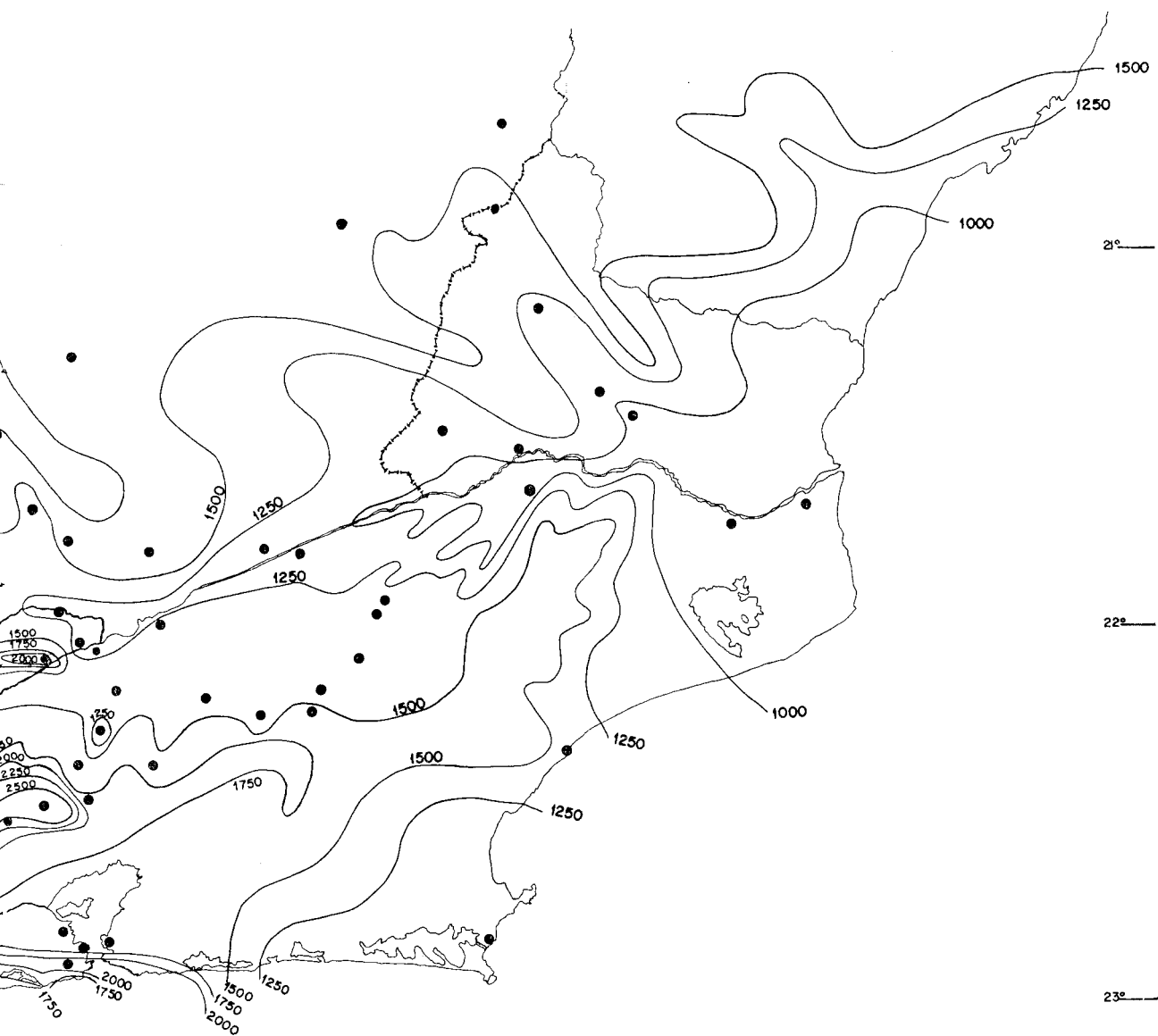
* Estudamos as conclusões dêste estudo a toda Região Serrada do Sudeste, baseado em um estudo semelhante realizado para todo o Brasil pelo Setor de Climatologia do IBGE, na escala de 1:5.000.000, o qual foi publicado no Atlas Nacional do Brasil da Fundação IBGE.

43°

42°

41°

20°



21°

22°

23°

ESCALA GRÁFICA

10km 0 10 20 30 40 50km

24°

43°

42°

41°

46°

45°

44°

ALTURA DA PRECIPITAÇÃO

ANO DE MENOR PRECIPITAÇÃO - 1954

21°

22°

23°

24°

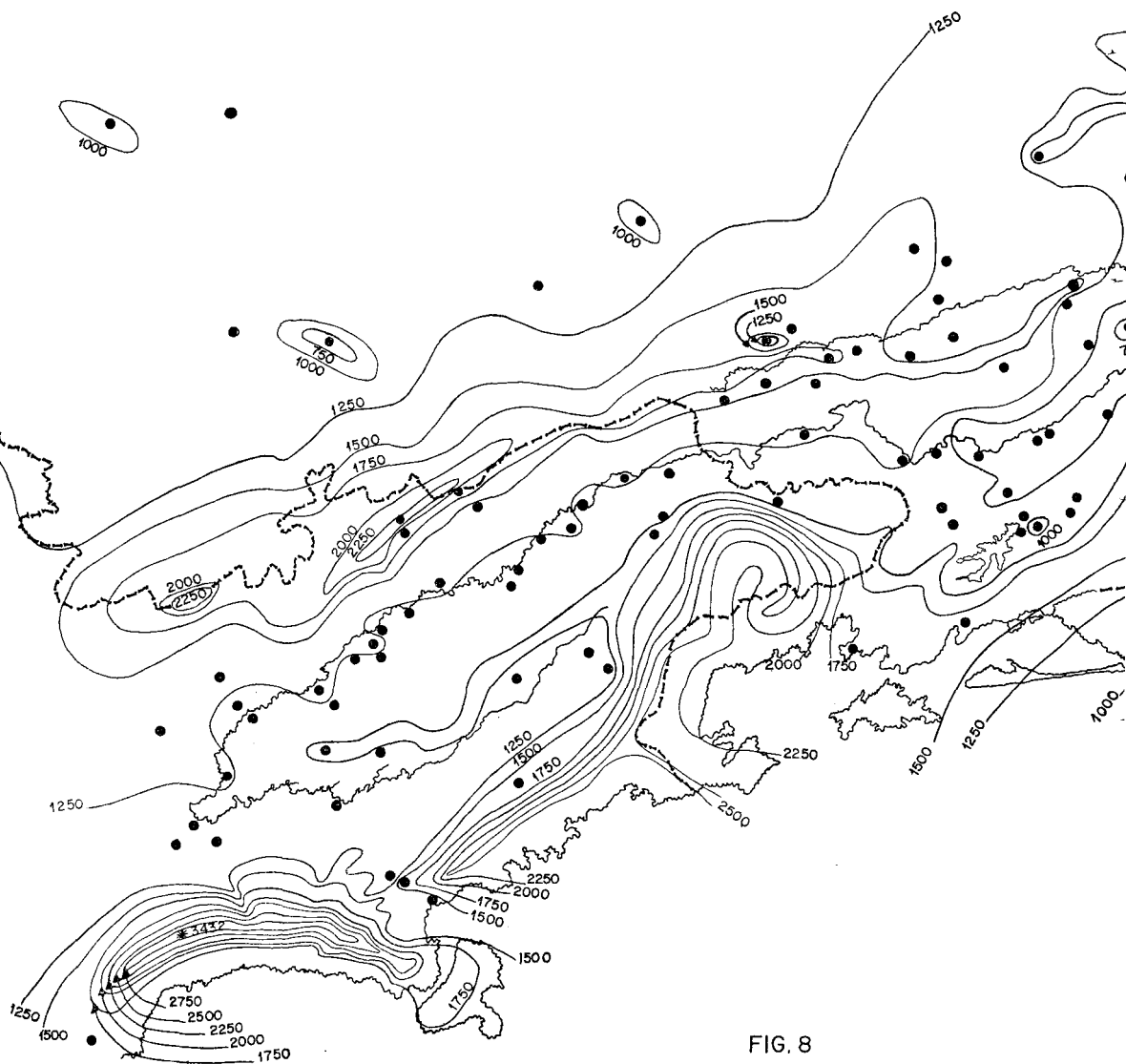


FIG. 8

46°

45°

44°



1) Ano de Maior e de Menor Precipitação (1950 e 1954)

Durante o período de 1950-1960 a nossa área de estudo recebeu totais anuais de precipitação ora bem superiores ora inferiores às *normais*. Dêstes, o que mais exprime um ano muito chuvoso é o de 1950, uma vez que neste ano, praticamente, toda nossa área recebeu uma pluviosidade superior à *normal*. Em sentido contrário, o ano mais significativo é o de 1954. Enquanto no ano de 1950 as precipitações foram excessivas, no ano de 1954 elas foram muito deficientes.

Nas figs. 7 e 8 estão traçadas as isoietas relativas às precipitações dêsses dois anos.

O exame comparativo entre as precipitações verificadas nesses anos revela as mesmas tendências das precipitações analisadas na Fig. 3 relativas as isoietas *normais*: a serra do Mar é mais pluviosa que a Mantiqueira, e esta é mais chuvosa que a Baixada e o Vale do Paraíba. Porém os valores quantitativos são muito diferentes, tanto mais se a comparação for realizada entre os valores de 1950 e 1954.

a) Comparação entre a altura das precipitações de 1950 e 1954 (em m/m).

Na Baixada (1950)	do sul do Espírito Santo à lagoa de Araruama:	≅	750 a 1.250
	da lagoa de Araruama a Santos	:	≅ 1.250 a 3.000
Na Baixada (1954)	do sul do Espírito Santo à lagoa de Araruama:	≅	500 a 750
	da lagoa de Araruama a Santos	:	≅ 750 a 2.250
No vale do Paraíba	1950 :	≅	750 a 1.750
	1954 :	≅	500 a 1.250
Na serra da Mantiqueira	1950 :	≅	1.750 a 4.000
	1954 :	≅	1.250 a 2.250
Na serra do Mar	1950 :	≅	1.750 a 5.400
	1954 :	≅	1.250 a 3.400

b) Comparação entre a pluviometria média (normal) e as de 1950 e 1954, relativa aos 6 meses consecutivos mais chuvosos.

O desvio do volume de pluviosidade na Região Sudeste do Brasil, em geral, e de *nossa área* de estudo, em particular, não decorre necessariamente das precipitações pluviométricas de todas as estações do ano.

As precipitações no inverno, por exemplo, embora sejam igualmente irregulares, a quantidade de chuvas não sofre grandes variações, conforme se trata de um "inverno úmido" ou um "inverno seco". É evidente que assim seja, uma vez que esta época do ano se caracteriza por chuvas pouco copiosas, sendo, por isso, uma época que *normalmente* possui uma pluviometria de pouca importância.

Em contrapartida, como já dissemos, no semestre de "verão" não apenas as chuvas são mais frequentes como *quase sempre mais copiosas*. * Por isso, a quantidade de chuvas em determinado verão é que determinará a maior ou menor altura dos totais das chuvas no decorrer de um ano. Se o semestre de "verão" de determinado ano acusar

* A ocorrência de intensos aguaceiros na estação do inverno é um acontecimento raro na Região Sudeste do Brasil.

COMPARAÇÃO ENTRE A PLUVIOMETRIA MÉDIA E A
DE 1950, relativa aos 6 meses consecutivos mais chuvosos

— Comparativamente à média = 100 —

■ > 100

□ < 100

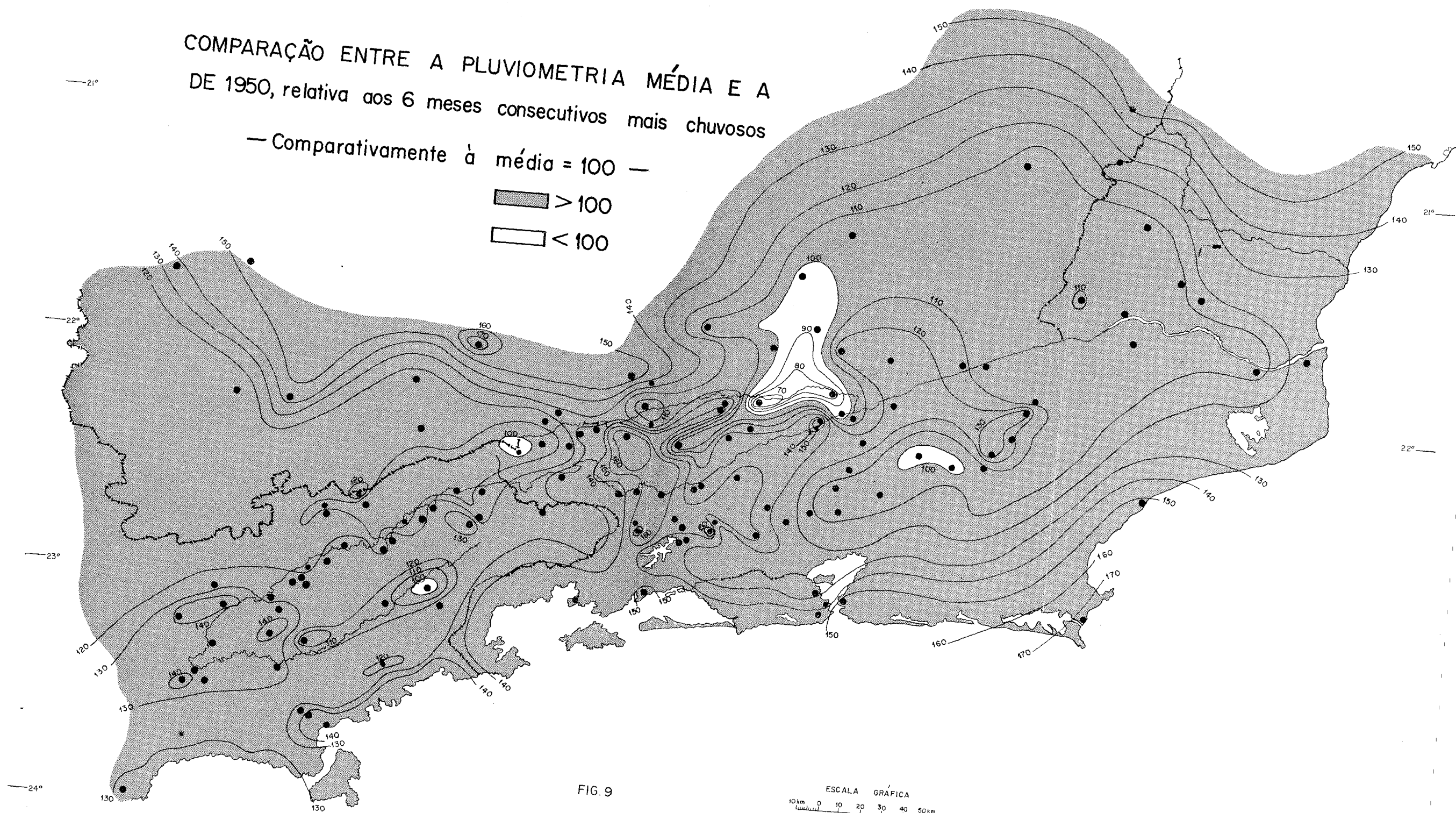


FIG. 9

COMPARAÇÃO ENTRE A PLUVIOMETRIA MÉDIA E A
DE 1954, relativa aos 6 meses consecutivos mais chuvosos

- Comparativamente à média = 100 -

■ > 100

□ < 100

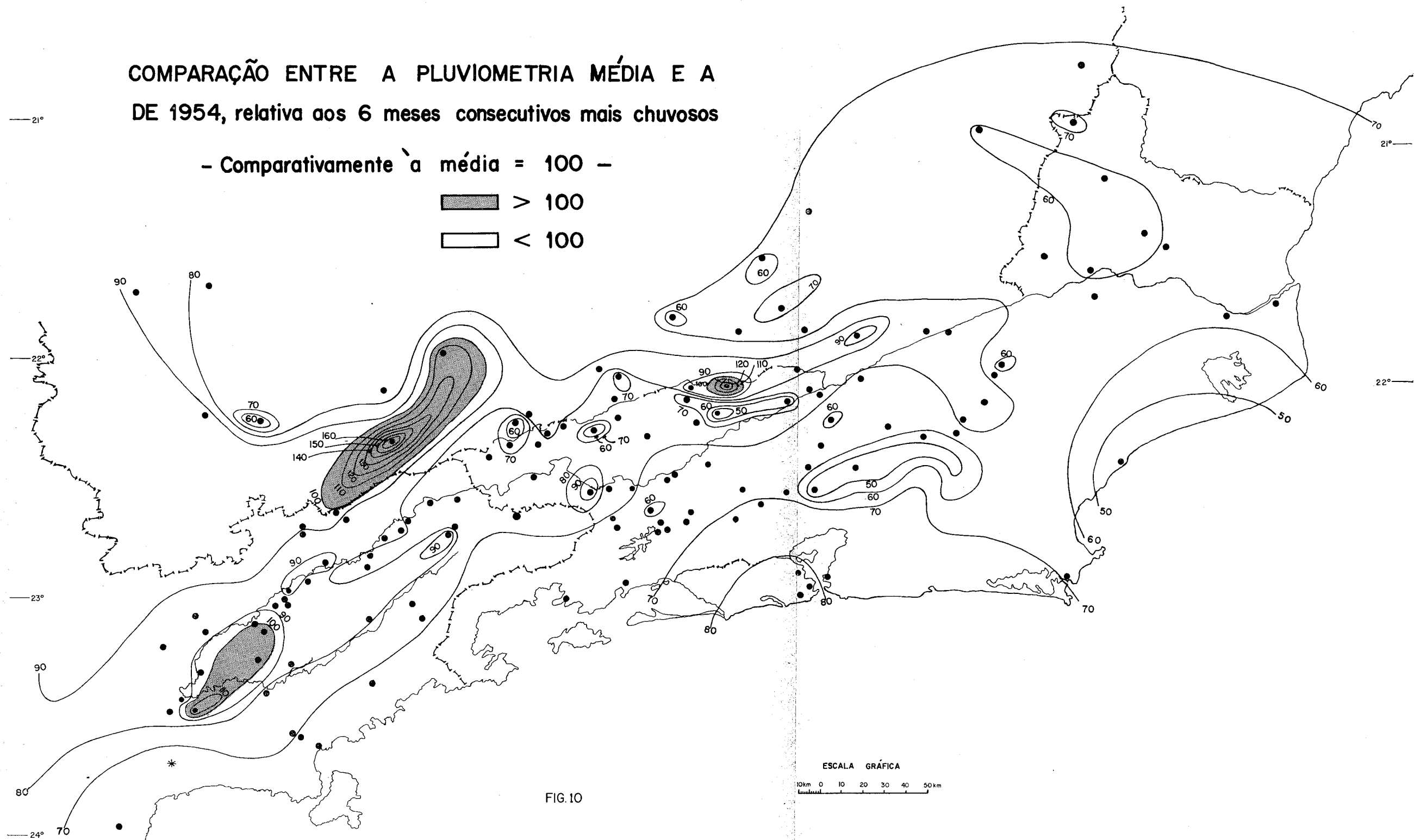


FIG.10

ESCALA GRÁFICA

10km 0 10 20 30 40 50 km

um baixo nível de pluviosidade, baixa também será a altura das chuvas desse ano. Da mesma forma, se determinado ano acusar um índice muito elevado de pluviometria, estará refletindo o caráter muito chuvoso de seu semestre de "verão". * Este fato pode ser comprovado examinando os desvios pluviométricos de 6 meses consecutivos mais chuvosos de 1950 (ano muito chuvoso) e o de 1954 (ano pouco chuvoso). É o que faremos em seguida comparando a pluviometria dos 6 meses mais chuvosos destes anos com a *normal* pluviométrica do mesmo período de 6 meses.

Atribuindo à média (*normal*) o índice 100, verificamos que em 1950, exceção feita a poucos e restritos locais, toda nossa área de estudo apresenta índices superiores a 100, conforme indica a Fig. 9.

Observando o mapa mais detalhadamente, verificamos que, de um modo geral, o litoral e o planalto mineiro se constituíram nas áreas de maiores desvios, geralmente superiores a 140, chegando a atingir 170. Entre estas duas áreas, a serra da Mantiqueira, o Vale do Paraíba e a Serra do Mar formam uma espécie de amplo corredor, onde predominam índices inferiores a 130. Destas áreas fazem parte os locais que, constituindo-se em exceções, assinalam desvios negativos, ou seja, inferiores a 100. É necessário esclarecer que estes locais, embora acusem uma altura de chuvas inferiores à média têm, não obstante, totais pluviométricos superiores aos verificados durante o mesmo período (semestre de "verão") do ano menos chuvoso (1954).

Em contrapartida, cabe ainda a este mesmo "corredor", os índices positivos mais elevados. De fato os locais situados entre a "serra" do Capivari e Mantiqueira acusam índices superiores a 140, atingindo 209 na escarpa da Mantiqueira em torno de Ribeirão São Joaquim. Este grande desvio decorreu, principalmente, de chuvas muito intensas, provavelmente uma ou mais "trombas d'água" verificadas nesta localidade, no mês de janeiro, uma vez que este mês acusou o notável total de 1 237,0 mm enquanto sua *normal* é de 411,4 mm.

As exceções assinaladas no referido "corredor", são decorrentes de influências locais, onde a topografia de "serra" e depressões de vales neste "corredor", provocam interferência nas tendências gerais.

Atribuindo igualmente o índice 100 para a *normal* do semestre de "verão" e comparando-a às precipitações do semestre de "verão" de 1954, encontramos resultados inteiramente opostos, conforme indica a Fig. 10.

À exceção de alguns locais, em toda nossa área de estudo, os índices são negativos, isto é, inferior a 100. O setor Nordeste, compreendendo o sul do Espírito Santo, Zona da Mata de Minas Gerais e o litoral, apresentam os desvios negativos maiores, abaixo de 70, descendo a índices inferiores a 50 no litoral. Outra área de desvios, igualmente importantes, aparecem na serra do Mar. Aí, os índices estão abaixo de 70, descendo a valores inferiores a 50 na serra dos Órgãos.

Os locais que neste semestre se constituíram em exceções, isto é, com desvios positivos, tiveram, no entanto, precipitações bem inferiores às do semestre de "verão" de 1950.

* Por este motivo é inteiramente desaconselhável aos climatologistas dinâmicos pretenderem encontrar explicações para o desvio pluviométrico de determinado ano, pesquisando a meteorologia sinótica de todos os meses do ano, numa região cujo regime anual de chuvas seja caracterizado por repartição muito desigual. Se a pesquisa for assim encaminhada, ele não apenas terá um trabalho duplicado ou triplicado, como ainda, o que é mais grave, não chegará a conclusões corretas.

2 — Causas destes devios pluviométricos

Quais teriam sido os motivos de tão expressiva diferença de precipitação entre os semestres de “verão” dos anos de 1950 e 1954? Os fatores estáticos — posição e orografia — como o nome sugere, são imutáveis do ponto de vista climatológico, logo as causas daquelas oscilações pluviométricas devem ser procuradas no mecanismo atmosférico, fator regional de precipitação.

Para acompanharmos o raciocínio que se segue, lembramos o que já foi dito na 1.^a parte, relativo aos fatores dinâmicos: as chuvas na Região Sudeste do Brasil são uma consequência direta da invasão de anticiclones móveis de origem subpolar, cujas propriedades e estrutura, em contacto com massas de ar tropical, quentes e de elevada umidade específica, determinam precipitações pluviométricas pré-frontais, frontais e pós-frontais, estas últimas, muito importantes no verão, com *anticiclone polar* de posição marítima. Até mesmo as chuvas de convergência nas *linhas de IT* estão vinculadas indiretamente às penetrações do referido *anticiclone polar* no sul do Brasil. Sempre que o *anticiclone polar* está afastado do território brasileiro, sobre o sul do continente ou sobre o oceano Pacífico, a Região Sudeste do Brasil fica sob ação da *massa tropical do anticiclone semifixo do Atlântico Sul*, com subsidência superior e ventos na superfície de componente N a NE, céu limpo e cumulus orográficos de bom tempo sobre as serras. Portanto, com tempo estável.

Portanto, é do jogo destas duas massas de ar que decorrem as flutuações pluviométricas em nossa área de estudo. As figs. 11 e 12 exprimem resultados bem diferentes. A fig. 11 é representativa do semestre de “verão” de 1950, e a Fig. 12 ao semestre de “verão” de 1954. A comparação entre estas duas figuras nos leva às seguintes conclusões:

- a) em ambas reconhecemos 3 seções: *sudoeste, nordeste e intermediária*. A seção nordeste compreende o sul capixaba e o norte fluminense. A intermediária estende-se do extremo oriental da serra do Mar ao reservatório de Lajes. A de sudoeste corresponde ao alto curso do rio Paraíba do Sul. Tanto a seção sudoeste como a intermediária são limitadas, ao norte, pela Mantiqueira e, ao sul, pela linha da costa;
- b) em ambas, a participação de *massas de ar polar e frentes polares* foram mais freqüentes na seção sudoeste e menos freqüentes na nordeste. Consequentemente, a participação de *massa tropical* foi maior na seção nordeste e menor na sudoeste.
- c) as seções da fig. 11 (1950) tiveram maior participação de *massa polar e frentes polares* do que suas correspondentes da fig. 12 (1954);
- d) no semestre de verão de 1950 (ano muito chuvoso), a seção sudoeste chegou a ter um índice em favor da participação de massa e frentes polares de 52,6%. Isto coloca em evidência o vigor de emissões de ar polar naquele verão;
- e) a participação de ar polar na seção nordeste em 1950 alcançou um índice semelhante ao da seção sudoeste em 1954 (35%). Este fato dá uma idéia exata do contraste entre os mecanismos dinâmicos da atmosfera em 1950 e 1954, sobre nossa área de estudo. Sendo esses anos protótipos dos anos muito chuvosos e dos anos pouco chuvosos, seu significado torna-se bem maior;

PARTICIPAÇÃO DE MASSAS DE AR E DE GRANDES DESCONTINUIDADES OU FRENTES

SEMESTRE — J.F.M.—O.N.D. 1950

ESCALA GRÁFICA
10km 0 10 20 30 40 50km

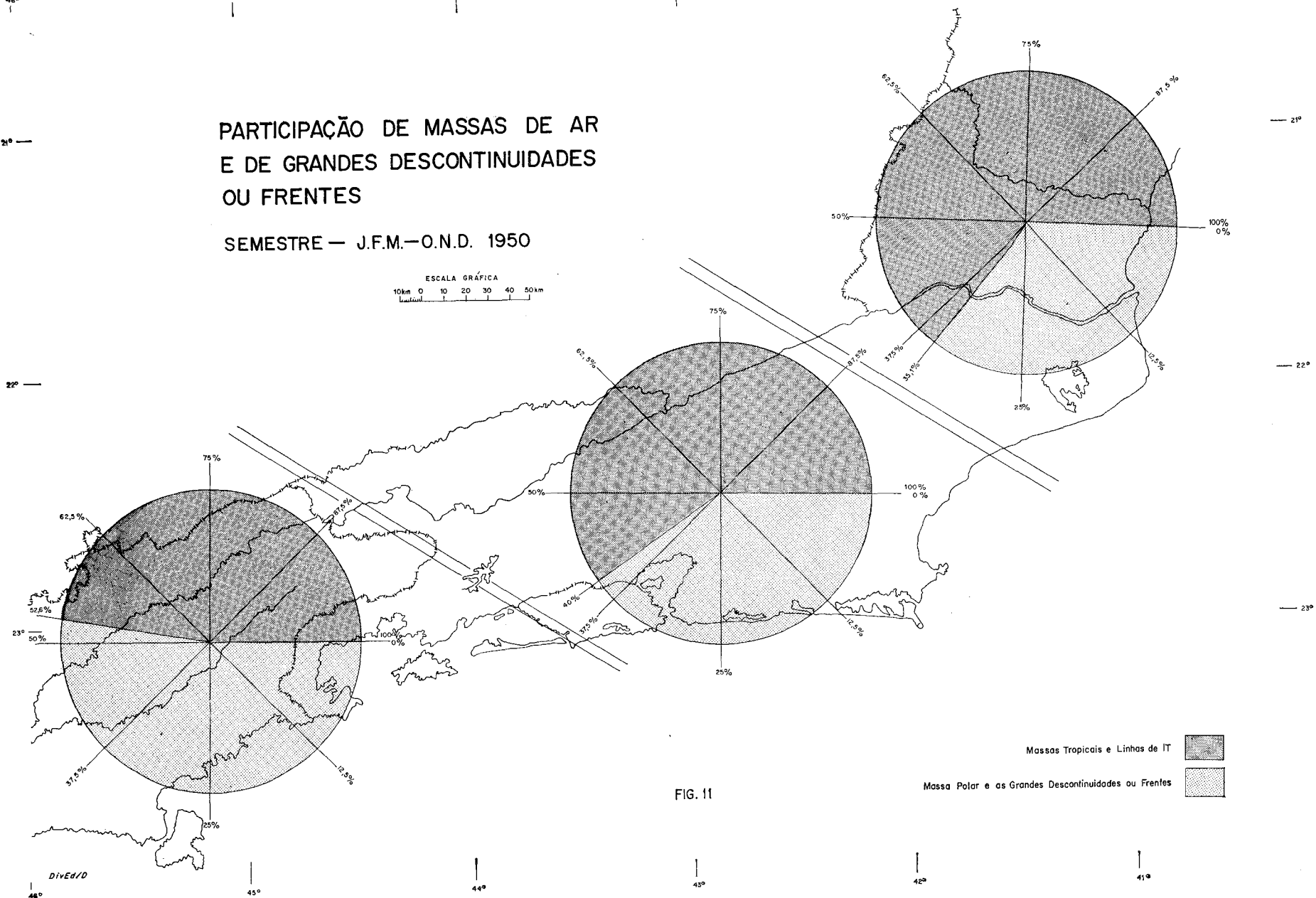
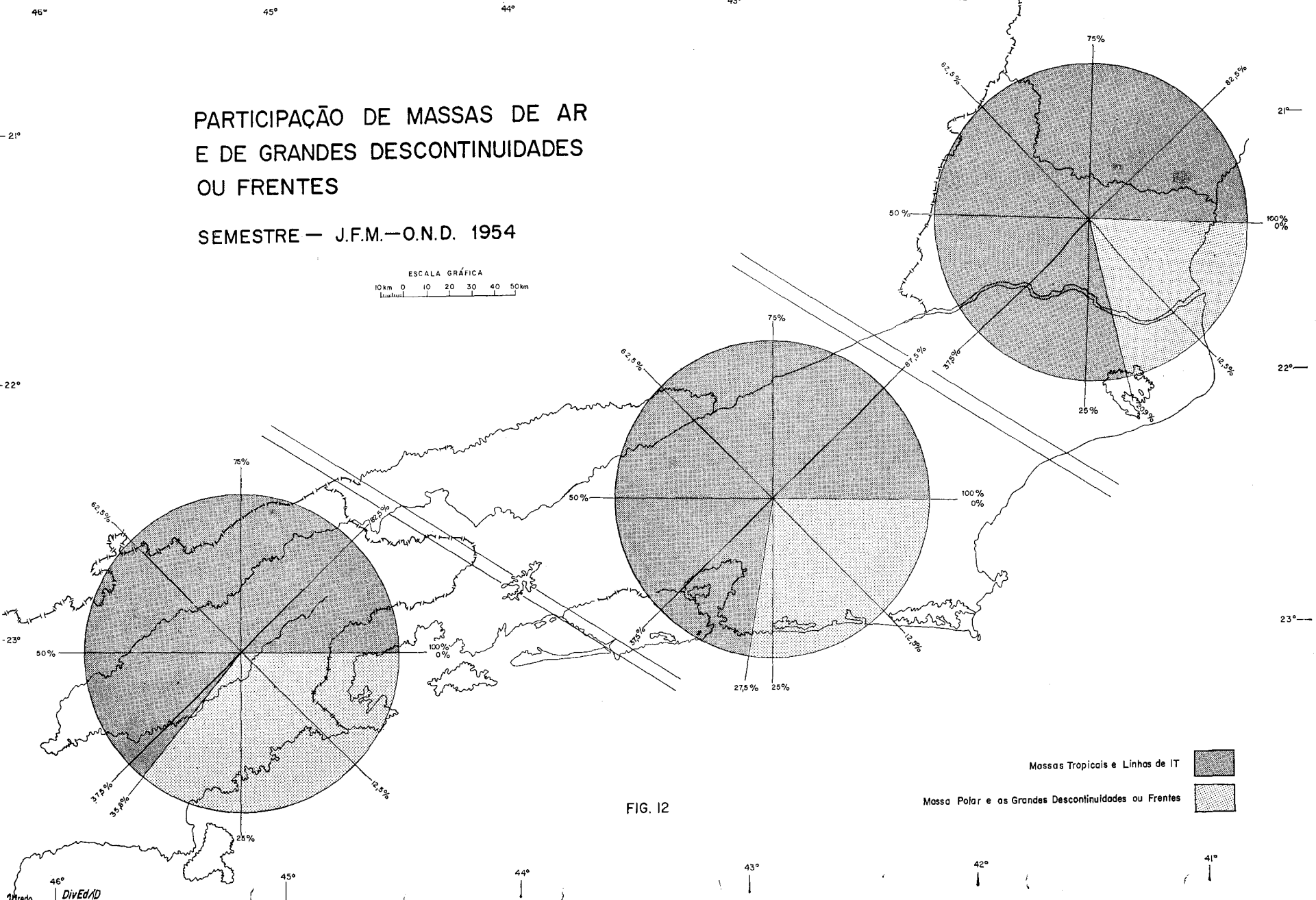


FIG. 11

PARTICIPAÇÃO DE MASSAS DE AR E DE GRANDES DESCONTINUIDADES OU FRENTES

SEMESTRE — J.F.M.—O.N.D. 1954

ESCALA GRÁFICA
10km 0 10 20 30 40 50km
1:100000



- f) os resultados do jôgo de participação de *massas de ar* durante o semestre de “verão” dêsses dois anos explicam os contrastes verificados entre a altura anual das precipitações pluviométricas de 1950 e 1954 (Figs. 7 e 8). Explicam ainda a tendência da repartição espacial das precipitações se verificar de modo decrescente a WSW-ENE quer naqueles anos quer na altura média referentes à *normal* (fig. 3).
- g) Durante o “semestre” de verão de 1950 tivemos 41 dias de ocorrência de *linhas de IT* em nossa área, enquanto em 1954 atingiu a 46 dias. Isto significa que os desvios pluviométricos no “semestre” de verão em nossa área de estudo não estão condicionados às *chuvas de convergência* de IT, e sim às *frontais* e *pós-frontais*.

3 — Concentração das chuvas no trimestre mais chuvoso de 1950 e 1954.

Pelos mesmos motivos considerados no tópico II-1 da 2.^a parte, fizemos um exame da concentração máxima de precipitações em 3 meses para os anos de 1950 e 1954, relativo à mesma área (quadrilátero) referidas naquele tópico.

Comparando a concentração média (*normal*) da fig. 6 às verificadas no mesmo período em 1950 e 1954 (anos muito e pouco chuvoso, respectivamente) das figs. 13 e 14, chegamos às seguintes conclusões:

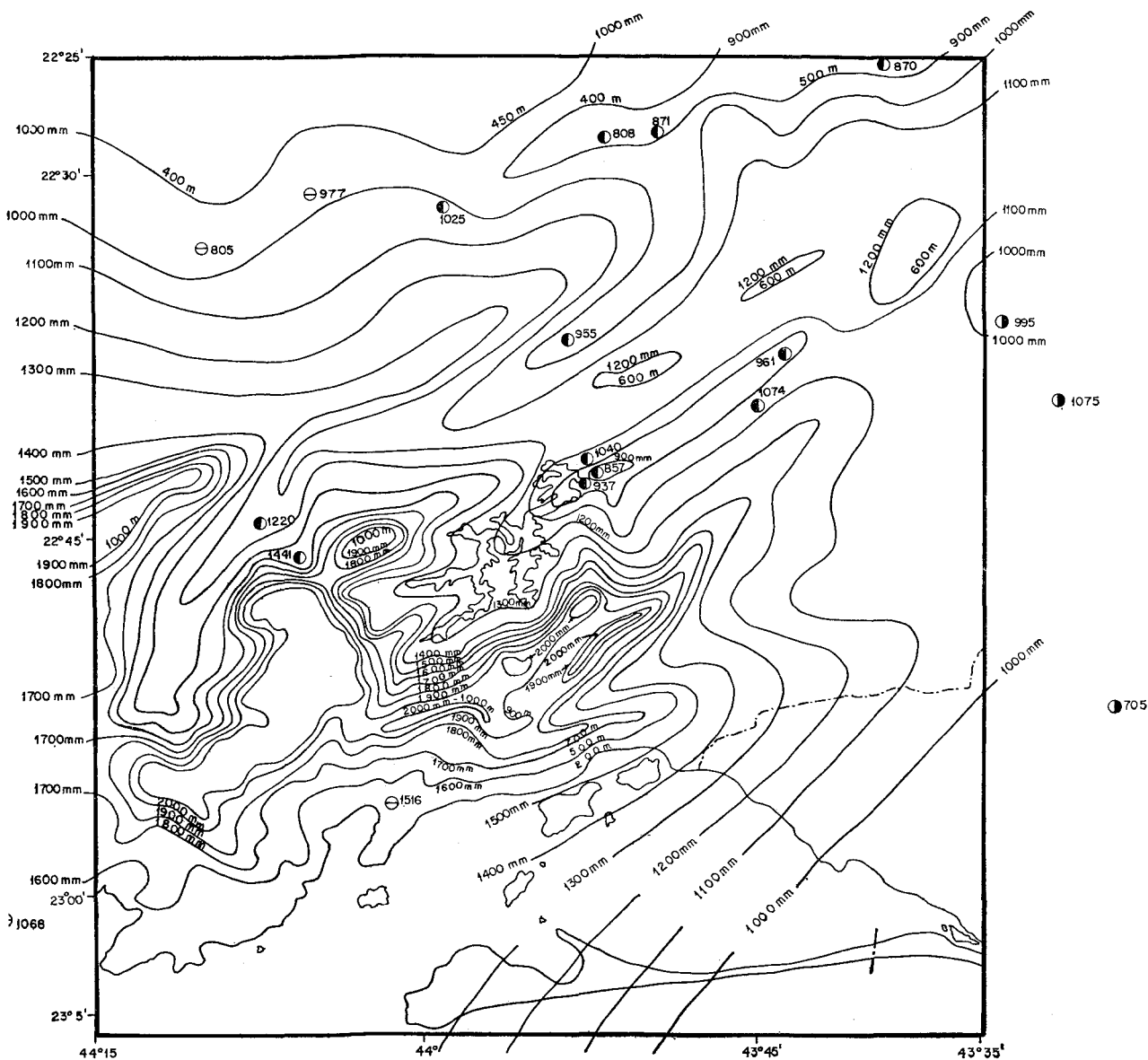
- a) a repartição das concentrações nos anos de 1950 e de 1954 possuíram as mesmas tendências verificadas na *normal*: o volume de água precipitada cresceu em direção às “serras” litorâneas;
- b) entretanto, os valores quantitativos das águas precipitadas foram extraordinariamente diferentes, conforme demonstram os números abaixo:

áreas de menores precipitações	Normal	500 a 600 mm
	1950	900 a 1.000 mm
	1954	300 a 400 mm
áreas de maiores precipitações	Normal	1.000 a 1.200 mm
	1950	2.000 a 2.200 mm
	1954	800 a 1.000 mm

- c) Os desvios pluviométricos de 1950 (ano muito chuvoso) em relação à *normal* são bem maiores que os desvios de 1954;
- d) Nas áreas de maiores precipitações (“serras” litorâneas) o volume de águas precipitadas em 1950 foi justamente o dobro do indicado pela *normal*;
- e) as precipitações verificadas nas áreas de menores precipitações em 1950 foram pouco inferiores às *normais* das áreas de maiores precipitações;
- f) as precipitações das áreas de menores precipitações em 1950 foram equivalentes àquelas precipitadas nas áreas de maiores precipitações em 1954.

Os itens “d” e “f” dão uma idéia exata da importância das flutuações pluviométricas e, conseqüentemente, do valor desprezível da *normal* em termos quantitativos.

ALTURA DA PRECIPITAÇÃO DOS TRÊS MESES CONSECUTIVOS MAIS CHUVOSOS - 1950



- - DEZ - JAN - FEV
- ⊙ - FEV - MAR - ABR
- ⊖ - NOV - DEZ - JAN

ESCALA GRÁFICA

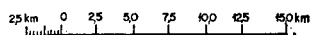


FIG.13

Assinalamos ainda que no ano de 1954 o trimestre de verão foi tão pouco chuvoso que a maior concentração trimestral deslocou-se para o outono, na maioria dos postos pluviométricos, conforme se pode observar na fig. 14.

3.^a Parte

Pluviometria de Dezembro de 1966 e Janeiro de 1967

O semestre de “verão” de 1966/67 não apenas é representativo de um verão muito chuvoso como ainda de um dos verões mais pluviosos dos últimos 30 anos na Região Sudeste do Brasil. Por sua posição marítima nessa região e por sua topografia acidentada, nossa área de estudo faz destacar êste fato.

De outubro de 1966 a abril de 1967 a nossa área de estudo recebeu chuvas com bastante frequência, várias, até mesmo intensas. Dêstes meses sobressai o de janeiro de 1967, ao qual está dedicado exclusivamente a 4.^a parte dêste estudo climatológico, não apenas por ser o mais chuvoso como por pertencer a êle o maior número de “trombas d’água”, dentre as quais, aquela da serra das Araras, referida na 1.^a página dêste artigo. Entretanto, o mês que o antecede foi também muito chuvoso.

A altura das chuvas nestes dois meses, dezembro de 1966 e janeiro de 1967, bem como à distribuição diária do primeiro, dedicaremos esta 3.^a parte.

Queremos ainda esclarecer que para êste estudo reduzimos novamente *nossa área* ao referido quadrilátero, em cujo centro encontra-se o reservatório de Lajes, embora utilizássemos os postos pluviométricos vizinhos a êste quadrilátero. Os mapas de totais pluviométricos de dezembro e janeiro são acompanhados do mapa de identificação dos postos pluviométricos utilizados para êsse fim (Fig. 15).

I — PRECIPITAÇÕES DE DEZEMBRO DE 1966

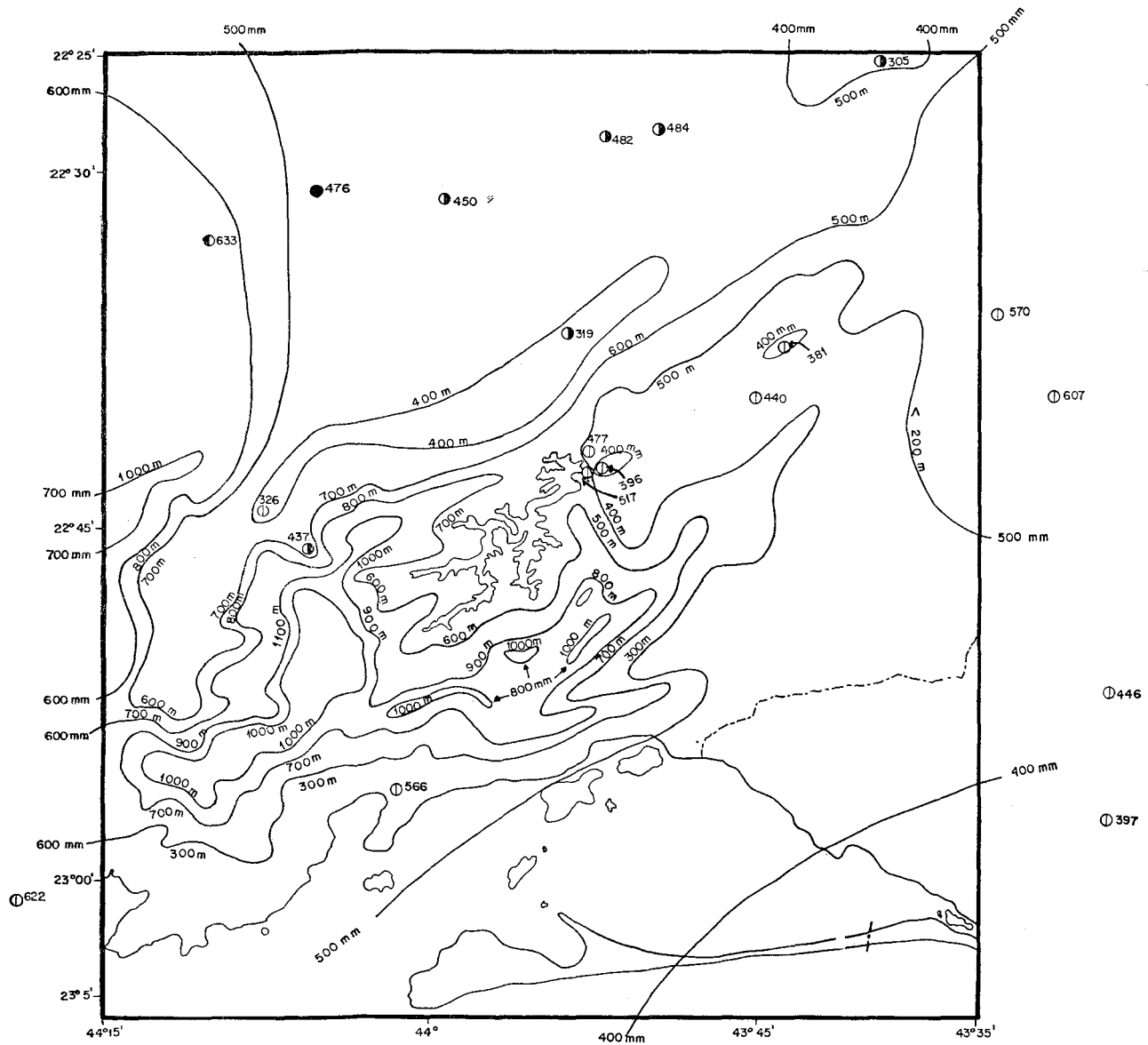
O índice de ocorrência diária de chuvas, relativo ao mês de dezembro de 1966, girou em torno de 50%. Isto significa que a frequência de chuvas foi bem superior à *normal* dêste mês.

Os postos mais próximos ao reservatório de Lajes registraram os seguintes índices de frequência: Santa Rosa e Lajes 12 dias, Ipê e Lídice 14, Tocos 16 e Vargem 19 dias. Nos demais postos de nossa área de estudo a frequência variou em torno dêstes números. Entretanto, observando os *pluviogramas diários* dêste mês (fig. 17). * verificamos que há para tóda área uma sensível concentração no último decênio. Esta concentração não se refere apenas ao número de dias de chuvas, mas também ao seu volume d’água. Neste decênio verificaram-se, inclusive, diversas ocorrências de fortes aguaceiros, dentre os quais destacamos as seguintes concentrações/24 horas:

Dia 20:	Vargem	98 mm
	Tocos	103 mm
	Fazenda da Lapa	136 mm

* Os postos pluviométricos referentes aos pluviogramas diários dêsse mês aparecem identificados na fig. 16.

ALTURA DA PRECIPITAÇÃO DOS TRÊS MESES CONSECUTIVOS MAIS CHUVOSOS - 1954 -



- JAN. - FEV. - MAR.
- DEZ. - JAN. - FEV.
- FEV. - MAR. - ABR.
- MAR. - ABR. - MAI.

FIG. 14

ESCALA GRÁFICA
25km 0 25 50 75 100 125 150 km

MAPA DE IDENTIFICAÇÃO DOS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS relativos aos meses DEZ - 1966 E JAN - 1967

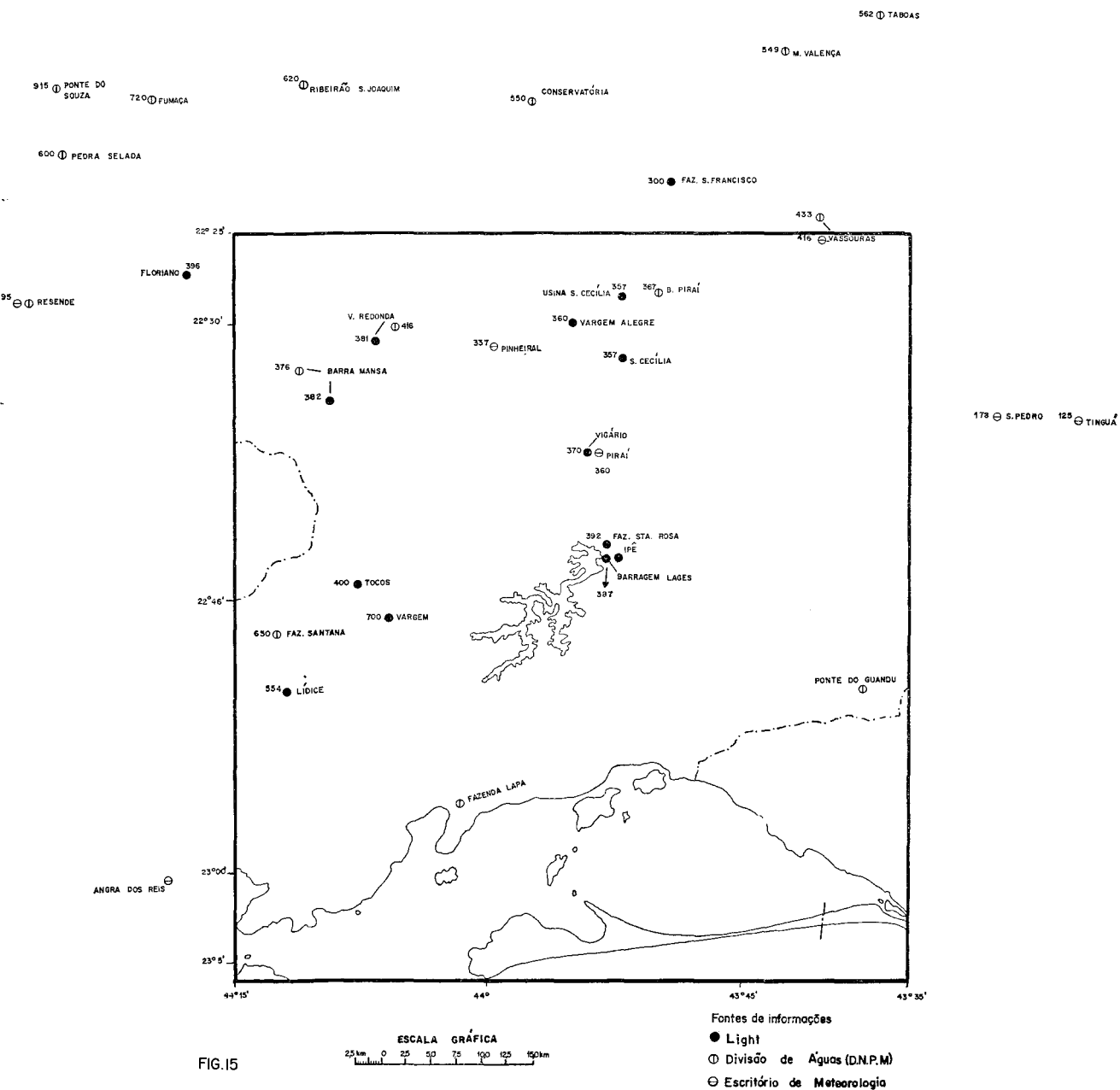


FIG.15

[illegible]

- Light
- ① Divisão de Águas (D.N.P.M.)
- ⊖ Escritório de Meteorologia

Dia 21:	Resende	86 mm
	Fazenda Santana	100 mm
	Ipê	100 mm
	Fazenda Sta. Rosa	101 mm
Dia 23:	Marquês de Valença	92 mm
Dia 24:	Táboas	70 mm
Dia 25:	São Pedro	86 mm
	Alto da Boa Vista	86 mm
Dia 27:	Fazenda Sta. Rosa	70 mm
	Fazenda São Francisco	78 mm
Dia 28:	Tinguá	79 mm
	Fumaça	82 mm
Dia 29:	Táboas	70 mm
	Ponte do Souza	81 mm

Referimos, pois, as precipitações cujo total foi igual ou superior a 70 mm. Se referíssemos também aquelas cujos totais foram superiores a 50 mm os exemplos seriam bem mais numerosos, como se pode verificar na Fig. 17. Neste caso estariam incluídas as precipitações do dia 22 em Santa Rosa e Lajes, como continuação das precipitações de 100 mm do dia anterior.

Desta frequência diária de chuvas resultou no final do mês totais muito importantes, muito superiores à *normal* de cada posto pluviométrico. * Os postos de Vassouras, Marquês de Valença, Táboas, Manoel Duarte, Fazenda Pau D'Alho, Volta Redonda, Ribeirão São Joaquim, Itatiaia, Nhangapi, Agulhas Negras, Fazenda Santana, Tocos, Vargem, Lajes, Ipê, Fazenda Santa Rosa, Fazenda Lapa, São Pedro e Araras, acusam desvio superior a 100 mm. Dêstes, Fazenda Lapa acusa 103,6 mm, São Pedro 109,3 mm, Lajes 133,7 mm, Ipê 138,6 mm, Fazenda Santa Rosa 151,4 mm, Araras 159,9 mm, Fazenda Pau D'Alho 175,3 mm, Tocos 194,2 mm, Vargem 203,4 mm, Marquês de Valença 206,8 mm, Fazenda Santana 250,9 mm e Fazenda Agulhas Negras 416,1 mm de desvio, correspondendo a 37,2%, 44,5%, 69,4%, 77,9%, 76,5%, 57,9%, 74,8%, 105,0%, 99,3%, 118,0%, 118,4% e 136,5 respectivamente acima da *normal*.

Acreditamos que os valores acima citados sejam suficientes para se ter uma idéia da abundância de chuvas em dezembro de 1966. Entretanto, não indica a quantidade efetiva de águas precipitadas. Para êsse fim observamos a fig. 18, na qual estão traçadas as isoietas dêste mês.

Êste mapa mostra que a maior parte de nossa área de estudo acusou totais superiores a 300 mm, ultrapassando os 400 mm nas "seras litorâneas". Nessas, as encostas meridionais foram nitidamente mais pluviosas que as encostas setentrionais. Como se pode verificar no referido mapa, nas encostas meridionais a isoietas de 400 mm está cêrca da curva altimétrica de 400 metros, enquanto que nas encostas setentrionais ela aparece entre as curvas de 500 a 800 metros.

II — ALTURA DA PRECIPITAÇÃO DE JANEIRO DE 1967 **

Vimos que os desvios pluviométricos em relação à *normal* no mês de dezembro de 1966 foram sempre positivos. Isto significa que neste mês as chuvas foram bem mais abundantes do que indica sua *normal*.

* Dos 43 postos localizados em nossa área, apenas 3 acusaram índices inferiores à *normal*.

** A distribuição diária das chuvas neste mês será examinada na 4.^a parte.

PLUVIOGRAMAS DIÁRIOS DEZEMBRO-1966

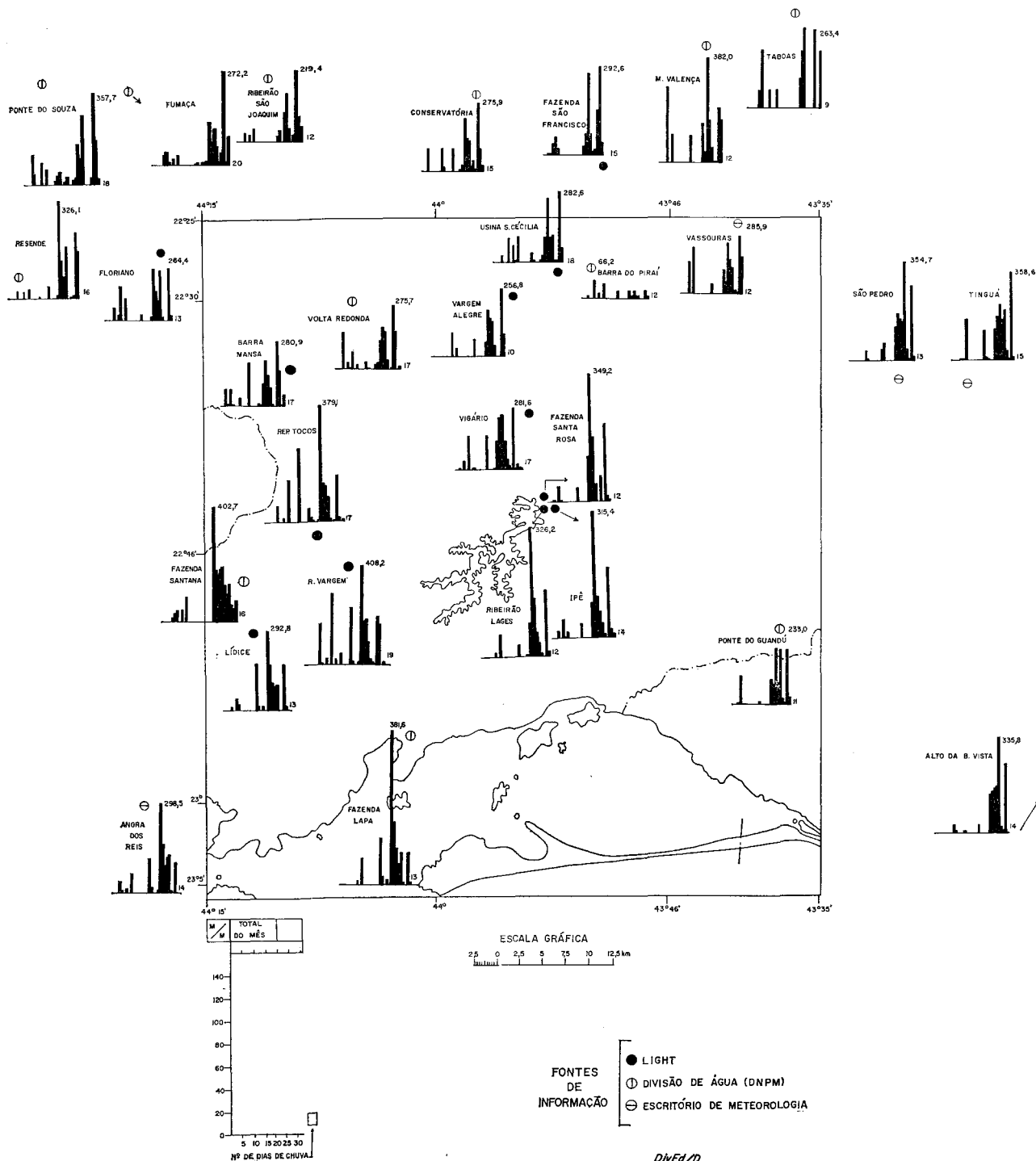
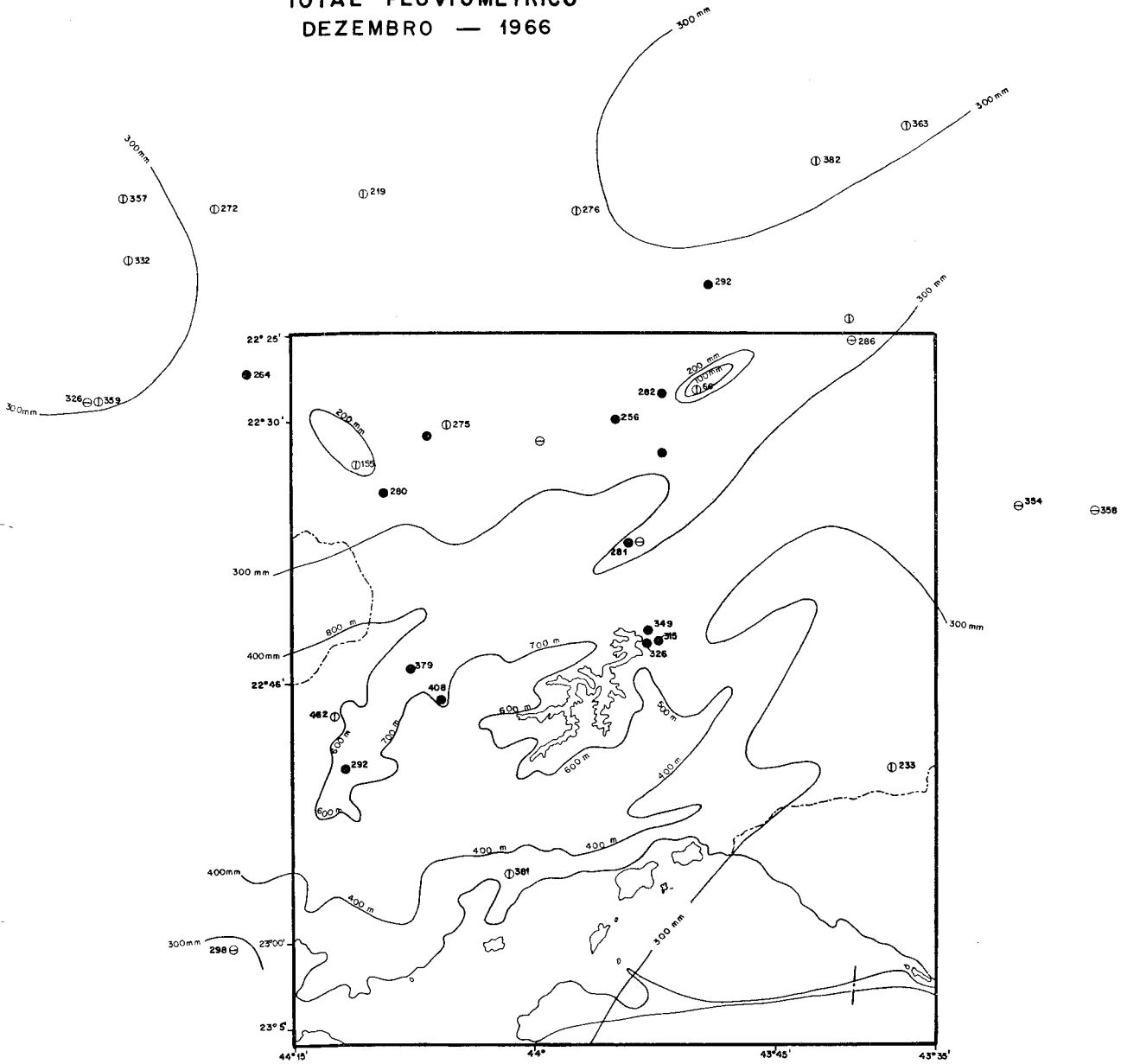


FIG. 17

DIVED/D

TOTAL PLUVIOMÉTRICO DEZEMBRO — 1966

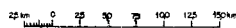


FONTES DE INFORMAÇÃO

- Light
- ⊙ Divisão de Águas (D.N.P.M.)
- ⊕ Escritório de Meteorologia

ESCALA GRÁFICA

FIG. 18



Entretanto, bem mais elevados foram os níveis alcançados pelas chuvas no mês de janeiro de 1967. Para se ter uma idéia exata do quanto choveu neste mês é suficiente comparar a pluviometria deste mês (Fig. 19) com a do mês anterior (Fig. 18). *

Enquanto em dezembro a isoleta de maior valor é de 400 mm, em janeiro ela sobe a 800 mm, ficando "serras" litorâneas envoltas pela isoleta de 700 mm.

Nas "serras" a altura da pluviometria não se repartiu conforme a tendência de dezembro. Em janeiro, a frequência de *descontinuidades polares* semi-estacionárias em nossa área de estudo não permitiu que as encostas meridionais fôssem mais pluviosas que as setentrionais de modo coerente, como se pode observar na fig. 19.

Quanto aos desvios de janeiro de 1967, dos 43 postos pluviométricos de *nossa área*, todos, sem exceção, acusam desvios positivos em relação à *normal*. Dêstes, apenas 13 não apresentam desvio superior a 70%. Dentre os que registraram desvio superior a 70%, 22 chegaram a mais de 100%, dos quais, 10 foram superiores a 150% e 3 superiores a 200%.

À guisa de maiores informações sobre a pluviometria de dezembro de 1966 e janeiro de 1967, juntamos a este trabalho uma tabela dos valores pluviométricos da *normal*, da altura das chuvas em dezembro de 1966 e de janeiro de 1967, acompanhadas dos desvios em milímetros e em porcentagem para cada pôsto pluviométrico de nossa área de estudo, bem como os *pluviogramas de desvios* daqueles meses relativos às *normais* de cada pôsto (fig. 21 dezembro de 1966 e fig. 22 janeiro de 1967).

Aqui chamamos atenção para o seguinte fato, tanto no mapa de *isoietas de dezembro* (fig. 18) quanto no de janeiro (fig. 19), os níveis mais elevados das "serras" receberam, certamente, mais chuvas do que aparece nos mapas. Como se pode observar, nas encostas meridionais as isoietas de maiores valores se elevam apenas às cotas altimétricas de 400 a 700 metros, enquanto que os níveis mais elevados dessas "serras" ultrapassam 1 000 m, chegando em certos locais, como vimos, a cerca de 1 400 m. Entretanto, a ausência de postos pluviométricos nesses locais não nos permite uma estimativa da pluviometria acima daquelas cotas altimétricas, uma vez que não se trata de precipitações médias, mas tão-somente da altura das chuvas em apenas um mês.

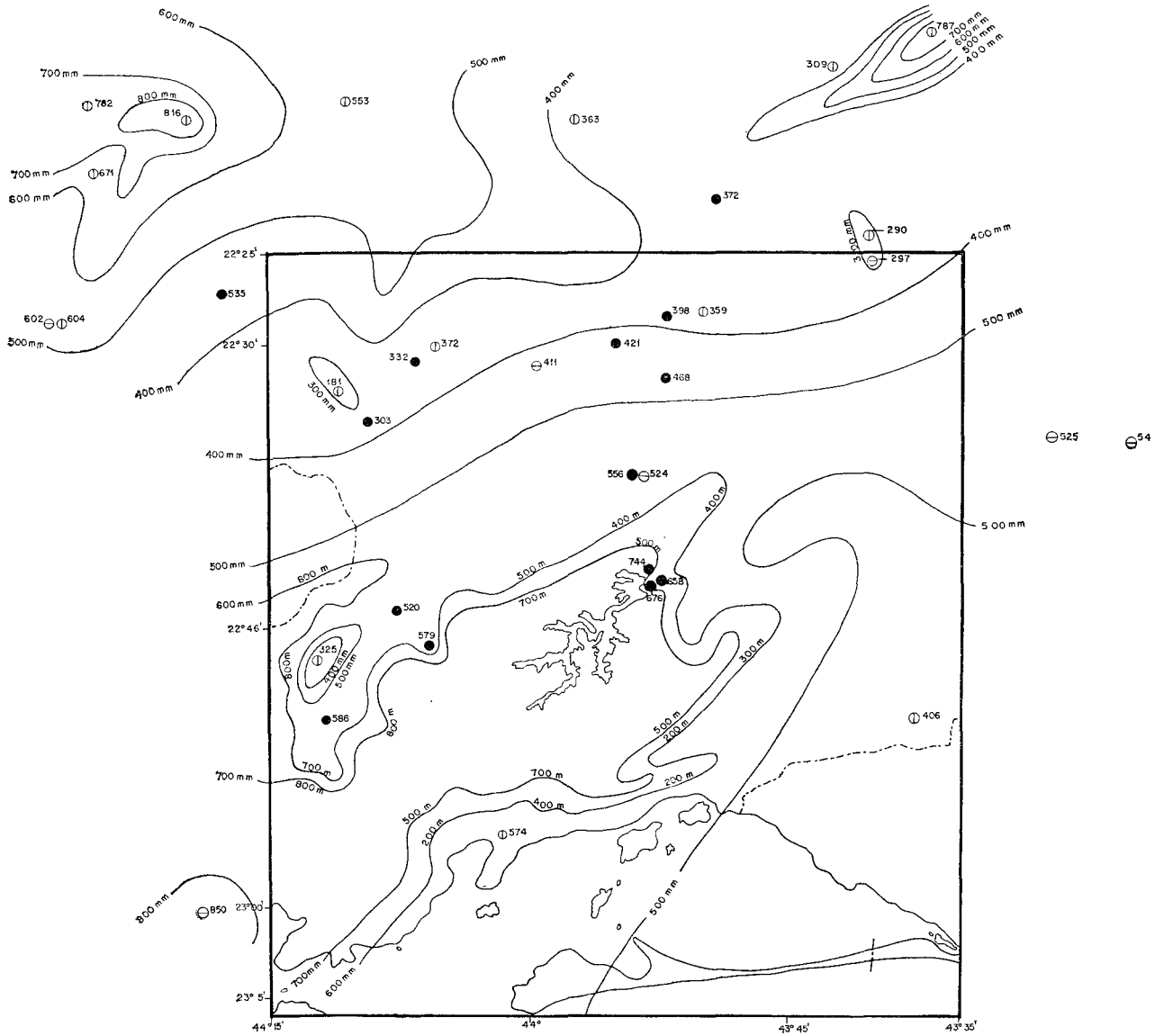
Os motivos dos elevados índices de precipitações nestes meses de dezembro e janeiro residem nos mesmos fenômenos que determinaram os desvios pluviométricos positivos de 1950: freqüentes invasões de *anticyclone polar* com posição marítima e *descontinuidade polar* sobre nossa área.

Como podemos observar na fig. 23 tanto no mês de dezembro como no de janeiro, o índice de participação de *massa polar* e de *frentes polares* em nossa área de estudo sobrepujou ao de *massas tropicais*. Em dezembro o índice foi de 54,8% e em janeiro elevou-se a 67,74%. Este último índice mensal foi, provavelmente, um dos mais elevados já registrado durante um mês de verão em nossa área.

Outro fato importante a assinalar é que no mês de dezembro houve 11 ocorrências de *linhas de IT*, enquanto no mês de janeiro foi de apenas 8. Estes números confirmam que a maior ou menor precipita-

* Esta comparação pode, ainda, ser realizada observando a Fig. 20 (Pluviograma dos totais dos meses de dezembro de 1966 e janeiro de 1967) que exprime a acumulada desses meses por cada pôsto pluviométrico.

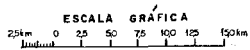
TOTAL PLUVIOMÉTRICO JANEIRO - 1967



FONTES DE INFORMAÇÃO:

- Light
- ⊙ Divisão de Águas (D.N.P.M.)
- ⊖ Escritório de Meteorologia

FIG. 19



PLUVIOGRAMA TOTAIS MENSAIS

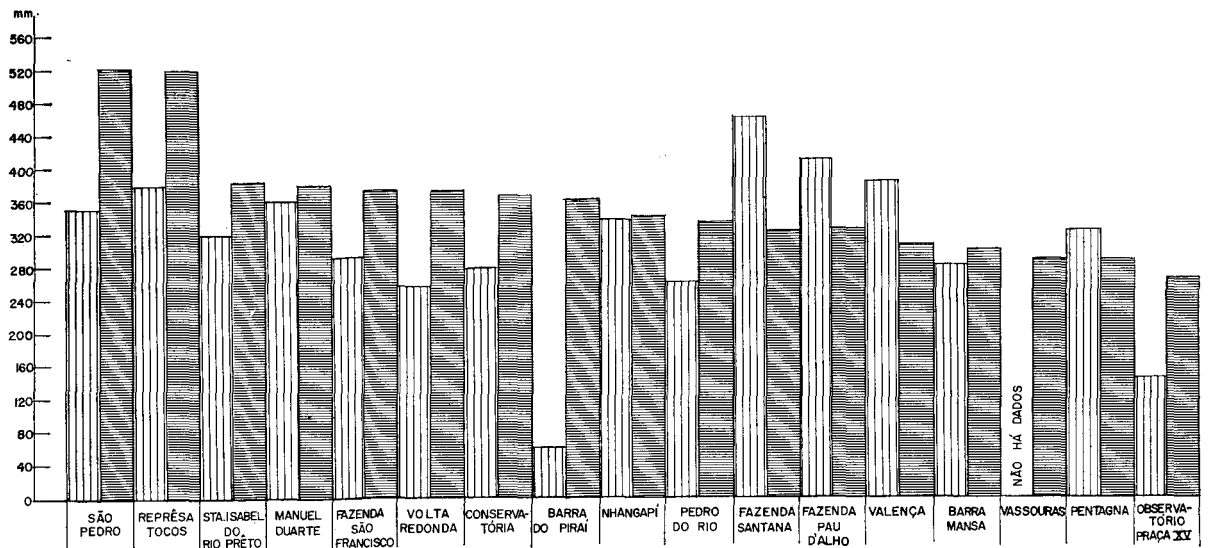
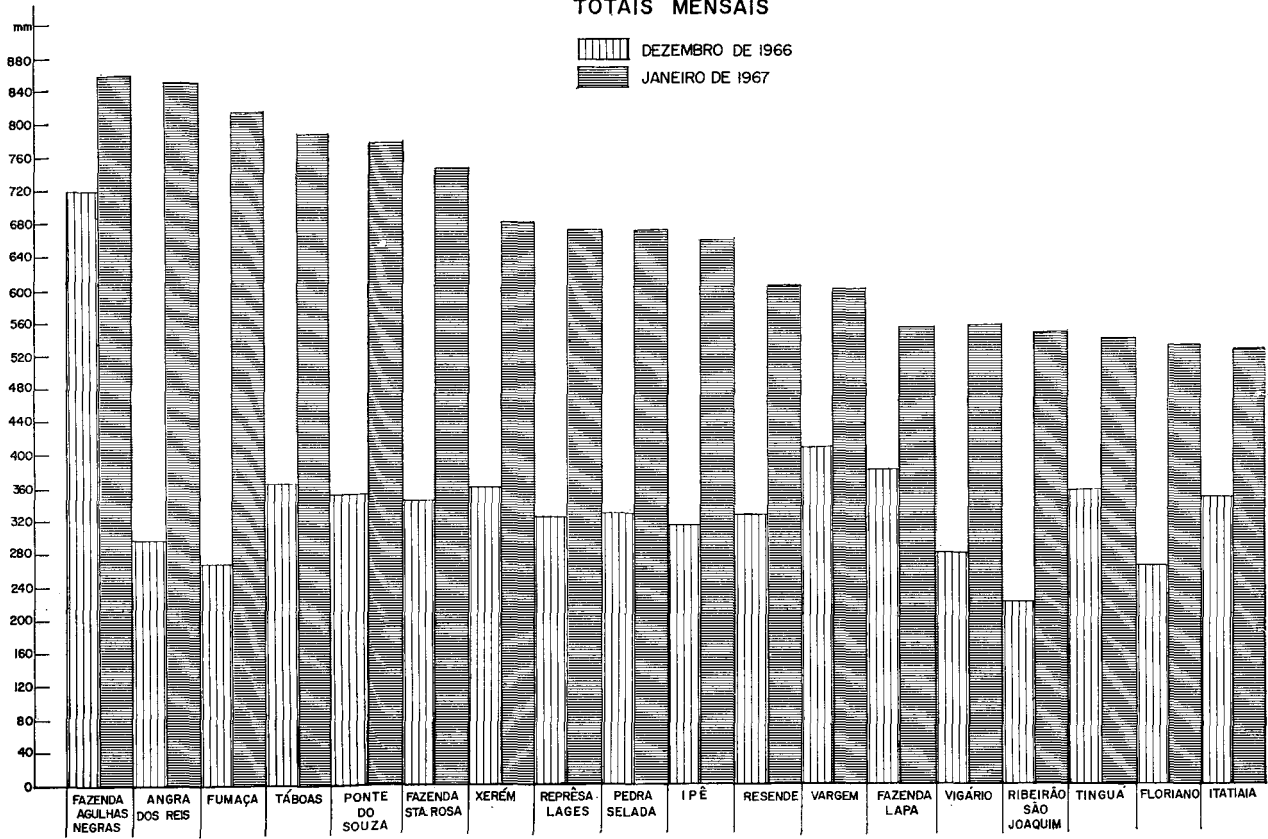


FIG. 20

TABELA DE DESVIOS PLUVIOMÉTRICOS

(ordem decrescente segundo os percentuais de janeiro)

POSTOS PLUVIOMÉTRICOS	DEZEMBRO				JANEIRO			
	Normais	1966	Desvios		Normais	1966	Desvios	
			mm	%			mm	%
Faz. Sta. Rosa.....	197,8	349,2	151,4	76,5	200,4	744,4	544,0	271,4
Ipê.....	177,8	315,4	138,6	77,9	185,1	658,6	473,5	255,8
Angra dos Reis.....	209,4	298,5	89,1	42,5	241,1	850,2	609,1	252,6
Barragem de Lajes...	192,5	326,2	133,7	69,4	198,7	676,6	477,9	240,5
Vigário.....	191,6	281,6	90,0	46,9	183,2	556,8	373,6	203,9
Táboas.....	252,5	363,4	110,9	43,9	271,3	787,0	515,7	190,0
Faz. Agulhas Negras*	304,7	720,8	416,1	136,5	297,7	860,4	563,7	189,3
Santa Cecília.....	199,4	—	—	—	168,8	468,2	300,0	177,7
Piraf.....	164,6	—	—	—	193,4	524,2	330,8	171,0
Resende.....	230,6	326,1	95,5	41,4	233,4	602,7	369,3	158,2
Fumaça.....	340,9	272,2	-68,7	-20,1	327,8	816,4	488,6	149,0
Observatório Pça. XV	138,9	146,7	7,8	5,6	108,6	264,4	155,8	143,4
Pedra Selada.....	249,2	332,6	83,4	33,4	277,6	671,2	393,6	141,7
Faz. Lapa.....	278,0	381,6	103,6	37,2	247,4	574,8	327,4	132,3
Xerém.....	349,3	360,1	10,8	3,0	293,5	681,2	387,7	132,0
Pinheiral.....	201,8	—	—	—	180,8	411,9	231,1	127,8
Florianópolis.....	203,4	264,4	61,0	29,9	236,2	535,4	299,2	126,6
Ponte do Souza.....	337,9	357,7	19,8	5,8	362,2	782,2	420,2	116,0
São Pedro.....	245,4	354,7	109,3	44,5	244,6	525,7	281,1	114,9
Vargem.....	204,8	408,2	203,4	99,3	271,2	579,0	307,8	113,4
Manoel Duarte.....*	239,0	360,0	121,0	50,6	181,4	384,4	203,0	111,9
Tinguá.....	271,7	358,6	86,9	31,9	268,6	545,6	277,0	103,1
Tocos.....	184,9	379,1	194,2	105,0	267,5	520,3	253,8	94,8
Volta Redonda.....	172,1	275,7	103,6	60,1	193,6	372,3	178,7	92,3
Itatiaia.....	202,6	353,2	151,6	74,8	279,9	523,4	243,5	86,9
Barra do Piraf.....	191,3	66,2	-125,1	-65,4	192,1	359,0	166,9	86,8
Araras.....	276,0	435,9	159,9	57,9	233,6	387,4	153,8	65,8
Pedro do Rio.....*	193,0	265,6	72,6	37,6	213,6	331,8	118,2	55,3
Marquês de Valença..	175,2	382,0	206,8	118,0	203,6	309,8	106,2	52,1
Barra Mansa.....	183,4	280,9	97,5	53,1	212,2	303,9	91,7	43,2
Vassouras.....	164,5	285,9	121,4	73,4	210,5	297,3	86,6	41,1
Conservatório.....	290,9	275,9	85,0	29,2	263,7	363,8	100,1	37,9
Rib. São Joaquim...*	371,6	219,4	-152,2	-40,9	411,4	553,6	142,2	34,5
Nhangapi.....	199,1	337,9	138,2	69,2	256,0	339,5	83,5	32,6
Faz. São Francisco...	257,3	292,6	35,3	13,7	284,6	372,8	88,2	30,9
S. Isabel do R. Prêto.	287,2	320,2	33,0	11,4	301,1	386,0	84,9	28,1
Fazenda Santana.....	211,8	462,7	250,9	118,4	260,2	325,0	64,8	24,9
Fazenda Pau D'Alho.	234,1	409,4	175,3	74,8	268,0	323,1	55,1	20,5
Pentagna.....*	274,0	326,0	52,0	18,9	249,6	288,1	38,5	15,4
Visconde de Mauá...*	381,4	Pluviômetro carregado			366,6	pelas chuvas		
Lídice.....	209,3	292,8	83,5	39,8	276,4	—	—	—
Ponte do Guandu....	—	233,0	—	—	—	406,4	—	—
Usina Sta. Cecília....	—	292,6	—	—	—	298,0	—	—

(*) Postos que, embora utilizados, não foram representados nos mapas.

DEZEMBRO DE 1966



PLUVIÓGRAMAS DE DESVÍOS JANEIRO DE 1967

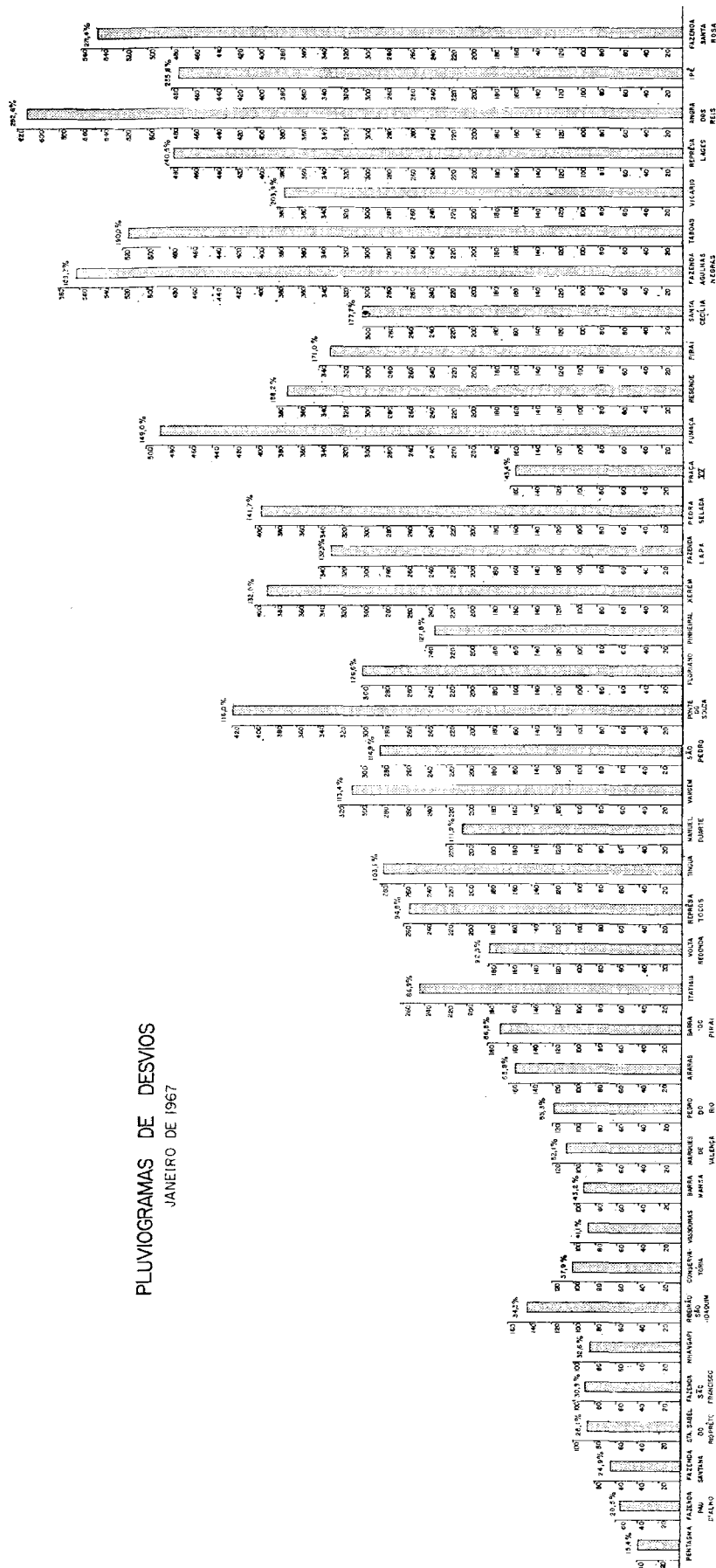
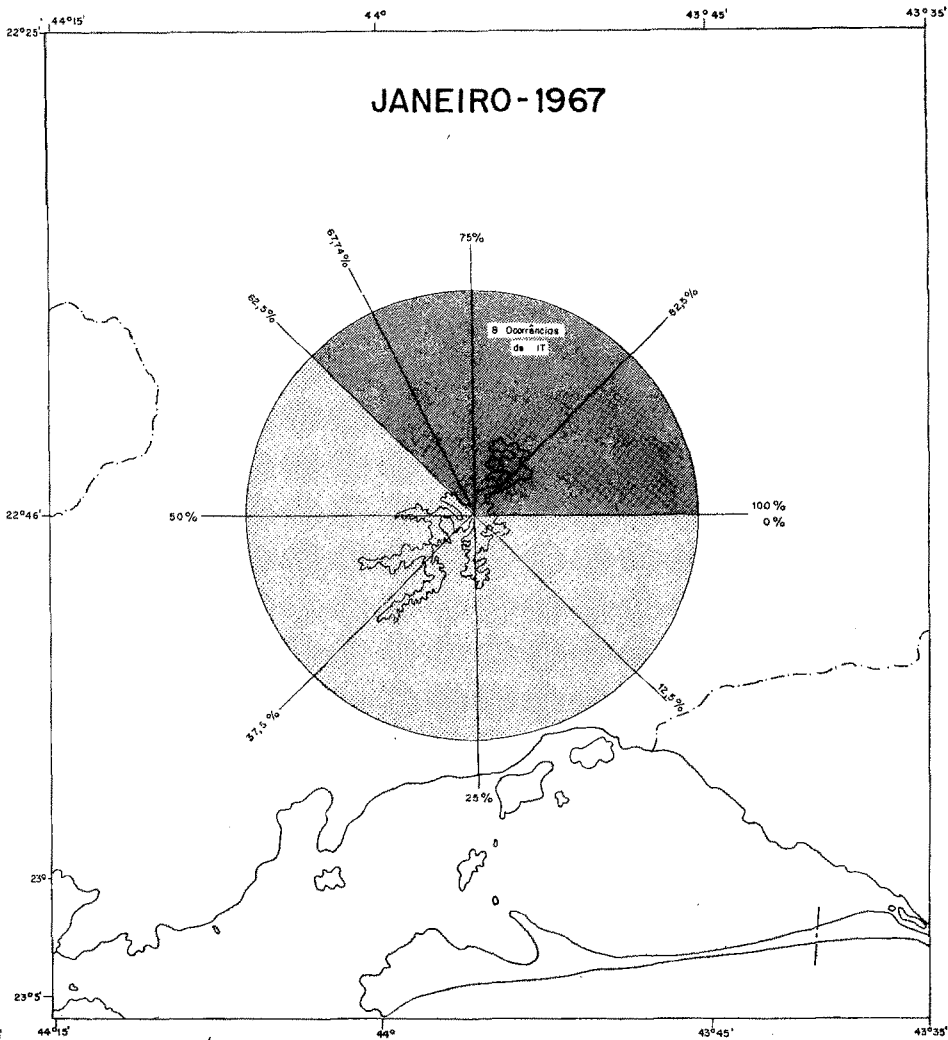
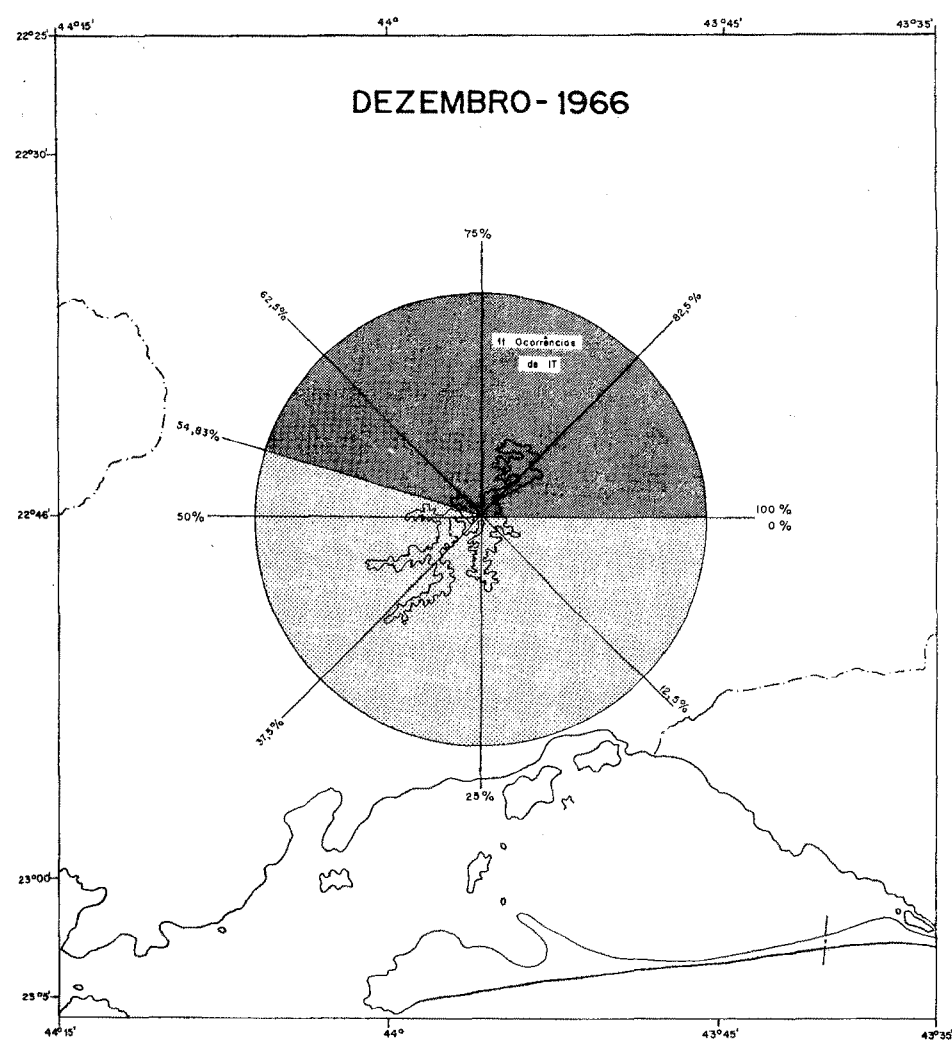


FIG. 22

PARTICIPAÇÃO DE MASSAS DE AR E DE GRANDES DESCONTINUIDADES OU FRENTES

Massas Tropicais e Linhas de IT 
Massa Polar e as Grandes Descontinuidades ou Frentes 



ESCALA GRÁFICA

25km 0 25 50 75 100 125 km

FIG. 23

ção em nossa área não está condicionada a *chuvas de convergência*, e sim a *chuvas frontais*, uma vez que, não obstante ter o mês de janeiro de 1967 recebido chuvas de convergência de *linhas de IT* em número menor que o mês de dezembro de 1966, acusou, como vimos, totais pluviométricos bem mais elevados.

4.^a Parte

Ritmo e Tipos de Tempo durante o mês de janeiro de 1967 *

I — REGIME E DISTRIBUIÇÃO DIÁRIA DAS CHUVAS

A notável participação de *massa polar* e *frentes* em janeiro de 1967 não apenas foi responsável pelo elevado índice pluviométrico deste mês como também pela ocorrência de chuvas diárias durante quase todo o mês. O mapa "*Pluviogramas Diários*" deste mês (fig. 24) ** para a área entre os meridianos 43°-45° de Longitude W de Gr. revela que a grande maioria dos postos pluviométricos registrou mais de 20 dias de chuvas. No norte do Estado do Rio (na escarpa da Mantiqueira) choveu 26 dias em Fumaça, 27 dias na Fazenda Agulhas Negras, 28 dias em Santa Isabel e Barreirinha. No litoral do Estado do Rio de Janeiro, de 22 a 25 dias (Fazenda da Lapa e Angra dos Reis). Nas "serras" em torno do reservatório de Lajes, os pluviômetros registraram chuvas em 23 dias na Fazenda Santa Rosa, 24 dias em Lajes e 25 dias em Ipê, Vargem e Tocós.

Destes dias, apenas 8 se referem às chuvas de IT. Estas foram, como de costume, fracas, enquanto que os restantes dias de precipitação se referem às chuvas frontais e pós-frontais. Estas geralmente mais intensas.

Porém, o mês de janeiro para o Sudeste do Brasil não apenas se caracterizou por um número elevado de dias chuvosos, como ainda por precipitações muito intensas, algumas das quais autênticas "trombas d'água". Destas se destacam as precipitações iniciadas no dia 18 e que durante as 24 horas do dia 22, nas cercanias do reservatório de Lajes, chegou a alcançar totais dos maiores de que se tem notícia no Brasil, nos últimos 30 anos.

Antes de mais nada devemos esclarecer que aguaceiros como estes não constituem anomalias. Ao contrário, trata-se de um fenômeno caracterizador das condições climáticas do verão na Região Sudeste, especialmente de suas áreas serranas. Nem mesmo as maiores "trombas d'água" podem ser assim consideradas. Estas, apenas se destacam dentre as precipitações de maior concentração/hora. Para comprovar esta nossa afirmação penso que basta evocar as precipitações de 1966 e

* Para a 4.^a PARTE da Unidade climatológica restringimos nossa área de estudo ao território situado entre a Serra da Mantiqueira e a linha de costa e entre os meridianos de 43 e 45° Long. W. Gr.

** Para os totais diários a partir do dia 20 elaboramos outro mapa de pluviogramas (fig. 25) no qual a pluviometria diária é representada em escala cartográfica maior.

1967. No decorrer destes dois meses, além dos inúmeros aguaceiros que desabaram em diversas áreas do Sudeste, nada menos de 8 verdadeiras "trombas d'água" foram registradas, são elas:

dia 11/12	de janeiro de 1966	na Guanabara
dia 17	de dezembro de 1966	em Agulhas Negras
dia 22/23	de janeiro de 1967	na serra das Araras
dia 24	de janeiro de 1967	na Guanabara
dia 23/24/25	de janeiro de 1967	em Angra dos Reis.
dia 3	de fevereiro de 1967	em Barra Mansa
dia 18	de fevereiro de 1967	em Caraguatatuba
dia 10/19	de fevereiro de 1967	na Guanabara
dia 17/18	de março de 1967	em Caraguatatuba

A de 11/12 de janeiro de 1966, na Guanabara, se por um lado não temos elementos para afirmar que tenha sido a mais intensa, temos, no entanto, para afirmarmos que foi a que vitimou um número maior de pessoas na cidade do Rio de Janeiro. A de 22/23 de janeiro de 1967 se fez sentir sobretudo no Estado do Rio de Janeiro, acarretando desabamentos na Serra das Araras e falta de energia elétrica, inclusive na Guanabara. A de 3 de fevereiro de 1967, em Barra Mansa, provocou impressionante enchente. A de 18/19 de fevereiro acarretou desabamentos impressionantes na cidade do Rio de Janeiro, como o de Laranjeiras que causou muitas vítimas. A de 17/18 de março em Caraguatatuba provocou os maiores desabamentos de encostas de que se tem notícias no Brasil. *

O aguaceiro que este trabalho dá um tratamento e exame especial é o que desabou nas áreas serranas próximas ao reservatório de Lajes e Vigário, na noite de 22/23 de janeiro de 1967. Sobre os aguaceiros acima referidos e outros mais, daremos alguns informes no decorrer deste capítulo.

De qualquer modo, em todos, o mesmo fator meteorológico se fez presente — invasão da área por uma FP com *anticiclone polar* de posição marítima. Contudo, como a análise isobárica nos trópicos só pode ser identificada acompanhando a continuidade das configurações sinóticas a partir das latitudes médias, pelo menos, estendemos o exame sinótico até o extremo Sul da Argentina e Chile, para melhor compreensão dos intensos aguaceiros que desabaram sobre a nossa área de estudo e, especialmente, da referida "tromba d'água" de 22/23.

Desde dezembro de 1966 a nossa área de estudo vinha sendo atingida por sucessivas vagas de ar polar. Esta dinâmica prosseguiu por todo o verão de 66/67, tornando-se, mais intensa em janeiro de 67 — mês que nos interessa mais diretamente.

Como vimos, raros foram os dias daquele mês que não choveu. Quais os processos dinâmicos que estariam relacionados àquelas chuvas?

* A precipitação de 17/18 de março de 1967 em Caraguatatuba foi estudada pelo geógrafo Carlos Augusto Monteiro, cujos resultados, por não terem sido publicados, desconhecemos. A de 18/19 de fevereiro, na Guanabara, foi examinada pelo meteorologista Adalberto Serra, visando a um prognóstico dos totais e perspectiva hora de ocorrência das chuvas, aplicando técnicas de previsão. — "Chuvas Intensas na Guanabara", — pesquisa exclusivamente meteorológica, que enquadrava no Plano de Trabalho aprovado na D.T.C. Esta precipitação, além disso, mereceu por parte dos geógrafos Jorge Xavier da Silva e Regina Mousinho o exame dos seus conseqüentes desabamentos de encostas. — "Considerações Geomorfológicas a Propósito dos Movimentos de Massa Ocorridos no Rio de Janeiro" — trabalho realizado através do Conselho Nacional de Pesquisas e publicado na *Revista Brasileira de Geografia*, Ano 30, n.º 1 — Fundação IBGE. As demais não foram ainda estudadas.

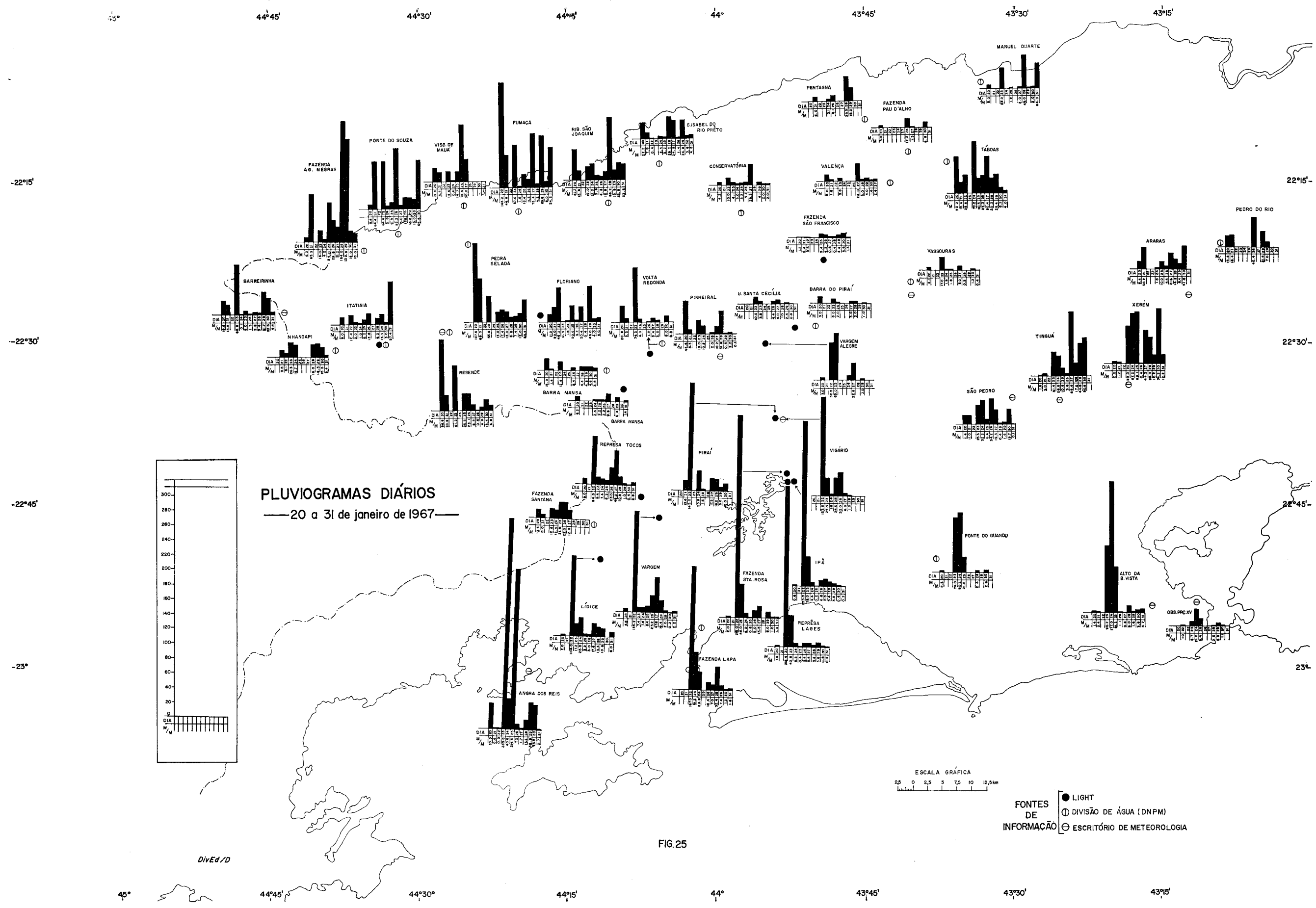


FIG. 25

II — Análise das Cartas Sinóticas de Superfície *

Dia 1.º de janeiro:

As 12:00 horas (TMG) — Uma FPP após transpor os Andes, desenvolve forte ondulação ciclônica a SE da Terra do Fogo. O Anticiclone Polar que nos últimos dias de dezembro avançara para NE, estaciona com centro de 1.018 mb ao longo do litoral Sul do Brasil.

Enquanto isso, a FP anterior, que um dia antes estava em Minas Gerais e Espírito Santo, prossegue avançando para Nordeste pelo litoral, enquanto no interior ela retorna como WF atingindo o Paraná.

Em nossa área sopram ventos de E a NE do Anticiclone Polar, ortogonais às isóbaras. O céu está encoberto 7/8 ou completamente, com formação de *cumulus* e *fractocumulus* nos níveis inferiores.

As 18:00 horas (TMG) — A carta indica pouca mudança do quadro isobárico, a não ser a oclusão do ciclone meridional a SE da Terra do Fogo, o avanço da KF até o norte do Espírito Santo e o início de um movimento giratório para leste desta descontinuidade, e ainda o rápido avanço para o Sul da WF, encontrando-se agora no Rio Grande do Sul.

Enquanto isso a FPP completa sua transposição nos Andes e caminha para E., estendendo-se da Região do Chaco à Terra do Fogo, uma vez que seus extremos se perdem na Baixa do Interior do continente e na Baixa de oclusão do Ciclone Meridional.

Em nossa área sopram ventos de SE e S do Anticiclone Polar com instabilidade e chuvas fracas.

As 24:00 horas (TMG) — O Ciclone Meridional da anterior FPA aparece ocluso ao Norte da Antártica sobre o meridiano 10º de long. W. Gr., da mesma forma o ciclone da nova FP, com Baixa a SE da Terra do Fogo.

O Anticiclone Polar velho com isóbara central de 1 018 mb, aumentada em 2 mb pela maré barométrica noturna, acha-se ainda mais deslocado para o oceano com núcleo bem afastado do litoral brasileiro, ou seja cêrca das coordenadas de 30º lat. Sul e 35º Long. W. Gr. Consequentemente a KF anterior é empurrada para E.

Enquanto isso, a nova FP após transpor os Andes se estende com orientação quase N-S, de Rondônia à Antártica, passando pelas Ilhas Falklands, sem contudo atingir o sul do Brasil. Na Argentina ela sofre acentuada ondulação pela resistência da Baixa do Interior que desceu para o Chaco.

No Brasil aparecem dois centros de Alta: na Amazônia e no Brasil Central. A dorsal da Amazônia é pequena, com o máximo de pressão de 1 012 mb. A dorsal do Brasil Central é, ao contrário, bastante elevada, com núcleo de 1 016 mb. Este último anticiclone domina a maior parte do Brasil tropical que, por isso mesmo, está com tempo estável. Trata-se de uma dorsal ligada à sua fonte de origem, a Alta do Atlântico Sul, cujo núcleo acha-se muito deslocado para E, quase na costa da África.

Separando as dorsais de massa Tropical sobre o continente, aparecem descontinuidades de estruturas distintas. Entre a pequena dorsal da Amazônia e a Alta do Brasil Central, uma linha de Instabilidade

* A leitura desta parte deve ser feita acompanhada das cartas sinóticas que constituem as últimas páginas deste trabalho. Estas constituem uma simplificação das cartas sinóticas elaboradas pelo Escritório de Meteorologia do Ministério da Agricultura.

Tropical (IT) prolonga a instabilidade da nova KF até a zona da CIT; entre a Alta do Brasil Central e a Alta da massa Polar velha estende-se uma WF com orientação NE-SW, do sul da Bahia ao Paraguai, apoiada na Baixa do Chaco, porém resultante do deslocamento para E do Anticiclone Polar velho. Pelo mesmo motivo, outra WF avança pela Região Sul do Brasil dirigindo-se para o oceano.

Em nossa área de estudo dominam ventos de E do Anticiclone Polar velho que sopram calmamente em direção à descontinuidade frontal da WF que caminha para SE, devendo esta atingir nossa área nas próximas horas. Enquanto isso, os ventos de E (brisas leves de 5 nós) mantêm o céu parcialmente encoberto com chuvas fracas e esparsas.

Neste dia apenas a Fazenda Agulhas Negras acusou um total de precipitação importante: cêrca de 30 mm. Nos demais postos acusaram-se valores pluviométricos insignificantes ou faltaram completamente.

Nas áreas próximas ao reservatório de Lajes choveu apenas em Piraí: 1,0 mm.

Dia 2 de janeiro:

As 12:00 horas (TMG) — A sudeste da Terra do Fogo o Ciclone da FP continua deslocando-se para SE em direção ao mar de Weddel. Com o Anticiclone Polar também deslocado sobre o mar, a WF permanece sobre Minas Gerais, próximo de nossa área, caminhando lentamente para SE.

Em nossa área ventos de 5 nós tornam-se de 10 nós à medida que a WF se aproxima. Da mesma forma o céu encoberto em 4/8 passa a 5/8, principalmente por cirrus, cirrustratus, cirruscumulus e altocumulus, começando a ser povoado por nuvens baixas, *cumulus* e *cumulonimbus*, que prenunciam novas chuvas.

As 18 e 24:00 horas (TMG) — No decorrer deste dia a WF passa por nossa área. Na sua passagem os ventos que sopravam de SE, E e NE (do Anticiclone Polar) mudam bruscamente de direção tornando-se de N a NW com velocidade de 20 nós (Massa Tropical). O céu agora, mais encoberto por *cumulonimbus*, deixa precipitar chuvas esparsas e trovoadas mais fortes a noroeste da nossa área, onde é maior a posição entre os ventos que separam a descontinuidade (65 mm na Fazenda Agulhas Negras). Nas áreas dos reservatórios chove apenas 2 mm (Fazenda Santa Rosa).

Dia 3 de janeiro:

As 12:00 horas (TMG) — O Ciclone evolui rapidamente para sua oclusão, enquanto sua KF avança na Argentina com orientação. NW-SE. Enquanto isso a massa Polar velha se transforma rapidamente em massa Tropical e desaparece, conseqüentemente, a descontinuidade polar.

No Brasil aparecem numerosas pequenas Altas de no máximo 1 014 mb ligados à Alta do Atlântico com isóbara central de 1 018 mb. Induzidas nestas Altas aparecem linhas de IT, apoiadas na Baixa do interior sobre o Chaco ou na ondulação da FPA. Uma destas linhas de depressão, sobre nossa área, provoca instabilidade e chuvas ocasionais, principalmente a Oeste.

As 18 e 24:00 horas (TMG) — As 18:00 horas o Ciclone atinge as ilhas Georgia do Sul e sua KF girando para NE atinge o Uruguai e às 24:00 horas o Rio Grande do Sul. Enquanto isso o Anticiclone do Atlântico Sul emite ventos de NE e E atraídos pela profunda Baixa de 1 006 mb de uma linha de IT localizada imediatamente a Oeste de nossa área. No seio desta convergência dinâmica há formação de *cumulunimbus* e pancadas de chuvas ocasionais. Por isso as mais importantes precipitações neste dia se deram a oeste, principalmente nas serras e suas proximidades. Fazenda Agulhas Negras registrou 54 mm e Pedra Selada 38 mm de altura. Nas áreas do reservatório de Lajes choveu muito pouco (1 mm em Ipê, 5 mm em Vargem e 7 mm na Represa Tocos).

Dia 4 de janeiro:

As 12:00 horas (TMG) — O Ciclone está inteiramente ocluso na altura das ilhas Georgia e Órcadas do Sul, enquanto que a KF continua avançando lentamente, estendendo-se desde as mencionadas ilhas até a Bolívia, passando pelo Norte do Rio Grande do Sul. Neste Estado a KF se ondula e dela parte uma linha de IT que se estende até a Bahia, passando pelo litoral paulista, devendo atingir nossa área de estudo nas próximas horas. No Estado do Rio de Janeiro o céu está pouco encoberto (4/8) por *altocumulus*, e os ventos sopram de NE em direção à depressão induzida com velocidade máxima de 20 nós (vento regular a meio forte).

As 18 e 24:00 horas (TMG) — Com o decorrer deste dia a KF vai sendo rapidamente dissipada no interior, enquanto ela avança pelo litoral atingindo o oeste paulista às 24 horas (TMG). Enquanto isso a IT, que se deslocara para E, provoca chuva de convergência com pancadas esparsas e ocasionais por quase toda a nossa área, principalmente no contraforte da serra da Mantiqueira, divisor da bacia do rio Paraíba e do rio Prêto. Aí, pesadas chuvas desabaram em Marquês de Valença (40 mm) e Táboas (62 mm). Nas áreas do reservatório de Lajes o máximo registrado foi de 5 mm (Fazenda Santa Rosa).

A medida que a KF avança para NE e cessa sua ondulação no Sul do Brasil, a IT em nossa área desaparece, os ventos convergentes de direções variáveis vão sendo substituídos pelos ventos de N a NE do Anticiclone do Atlântico Sul e o céu sofre uma limpeza que prenuncia a entrada da KF para as próximas 24 horas. Enquanto isso a nova KF transpõe a Cordilheira dos Andes na altura da Patagônia e se dirige para NE — é o que aparece na carta sinótica de 24:00 horas TMG.

Dia 5 de janeiro

As 12:00 horas (TMG) — Após progredir para NE a nova FPA se estaciona nos Pampas Argentinos, ao mesmo tempo que se forma um ciclone a oeste da Ilha Georgia do Sul. Isto leva um reforço à FPA anterior que, avançando rapidamente para NE, ondula-se em São Paulo, entra em nossa área de estudo com orientação E-W, tendo à sua retaguarda ventos calmos de SE (máximos de 5 nós). O céu torna-se completamente encoberto por *cumulus* e *fractocumulus* que se convertem em chuvas, principalmente à retaguarda da superfície frontal.

As 18:00 horas (TMG) — Com o Anticiclone Polar estacionado no sul do Brasil e o aprofundamento da Baixa do Chaco (1 008 mb), a FPA anterior dissipa-se no interior, enquanto prossegue avançando lentamente para NE pelo litoral.

Atingindo o norte do Estado do Rio com orientação NW-SE *nossa área* fica sob a ação de ventos de SW com máximo de 10 nós. Há uma ligeira limpeza do céu, onde persistem os *fractocumulus* de mau tempo.

Enquanto isso, os Ciclones Meridionais entram em rápida oclusão e a nova FP, sem energia para avançar, dissipa-se na Patagônia, mas persiste sobre o oceano.

O interior do Brasil, a partir do paralelo de 15° de Latitude Sul está sob o domínio de pequenas Altas de 1.010 mb ligadas à Alta do Atlântico Sul, com isóbara central de 1 014 mb (semelhante à Alta Polar). Entre aquelas altas de massa Tropical aparecem Linhas de Instabilidades semi-estacionárias.

As 24:00 horas (TMG) — A carta indica que com o avanço para NE da nova FPA, o Anticiclone Polar, estacionado no Sul do Brasil, se fragmenta em três pequenas Altas.

Enquanto isso nas latitudes inferiores persistem as pequenas dorsais de Altas tropicais de 1010 mb e o Anticiclone do Atlântico Sul tem sua pressão aumentada em 2 mb para sua isóbara central.

Conseqüentemente a FPA anterior recua para SW, voltando à *nossa área* com posição quase N-S e sua baixa aprofundada a 1 004 mb.

Com isso agrava a instabilidade em *nossa área*, com céu inteiramente encoberto por *cumulunimbus* e *fractocumulus* acompanhados de pancadas de chuvas ocasionais e trovoadas.

Neste dia houve precipitação em toda *nossa área*, abundante nas "serras" e suas proximidades: contrafortes da Mantiqueira (Barreirinha 25 mm, Sta. Isabel 30 mm, Conservatório 40 mm, Fazenda São Francisco 48 mm), Alto curso do rio Paraíba (Itatiaia 58 mm), serra dos Órgãos (Pedro do Rio 24 mm), Litoral oriental (Fazenda da Lapa 26 mm).

Nas áreas próximas ao reservatório de Lajes e Vigário as chuvas alcançaram 12 mm em Piraí, 38 mm na Fazenda Santa Rosa, 41 mm em Lajes, 42 mm em Ipê, 43 mm em Vargem e 44 mm em Tocos.

Dia 6 de janeiro: Às 12, 18 e 24 h (TMG).

O Anticiclone Polar velho continua estacionado ao longo do litoral sul do Brasil e a antiga KF permanece semi-estacionária em *nossa área*, com a orientação NW-SE. Ao longo desta descontinuidade os ventos sopram ora paralelos ora em oposição. Quando em oposição, os ventos de NE da massa Tropical sobem a rampa frontal, enquanto que os ventos do Anticiclone Polar sopram de SE na superfície. Conseqüentemente a instabilidade permanece provocando chuvas generalizadas por toda a área e pancadas ocasionais.

Neste dia houve chuvas mais ou menos abundantes em toda *nossa área*, cabendo, no entanto, os máximos ao setor leste, onde São Pedro registrou 70 mm. No setor noroeste, os máximos pertenceram à Pedra Selada, Fumaça e Resende com 38 mm, 42 e 55 mm respectivamente. No centro, Pinheiral com 37 mm. A nordeste, Táboas somou 41 mm.

Nas áreas em torno do reservatório de Lajes, apenas Piraí, ao norte, registrou uma intensificação (62 mm). Do reservatório para sul e oeste, as chuvas diminuíram em quase 50% em relação ao dia anterior (Ipê 22 mm, Lajes e Sta. Rosa com 20 mm cada, Tocos 25 mm e Vargem 23 mm).

Na Guanabara o pôsto do Observatório da Praça XV registrou 38 mm e do Alto da Boa Vista 12 mm — o primeiro total elevado do mês na Guanabara.

Dia 7 de janeiro:

Às 12:00 horas (TMG) — Com a formação de um Ciclone ao norte das ilhas Órcadas, a FPA que se encontrava semi-estacionária volta a progredir para NE. Com a passagem da KF e conseqüente oposição dos ventos ao longo da descontinuidade frontal, intensificam-se as precipitações sob céu completamente encoberto por nuvens baixas. Logo após, a frente entra em dissipação sobre o continente, enquanto permanece em FG sobre o oceano.

Ao norte da descontinuidade o tempo permanece bom no litoral, sob domínio de ventos, principalmente E do Anticiclone do Atlântico Sul, enquanto que no interior do Brasil aparecem depressões induzidas em Altas Tropicais.

Às 18:00 horas (TMG) — A carta indica profundas transformações na situação isobárica. Com o aparecimento de nova FPP com ciclone a SE da Terra do Fogo, o Anticiclone Polar desaparece no nível do mar e o Anticiclone do Atlântico Sul, fortalecido, avança para oeste até o Brasil central, onde uma Linha de IT o separa de uma pequena Alta na Amazônia.

Em nossa área sopram ventos de oeste na superfície e ventos de NE descententes em altitude. Tais ventos divergentes provocam rápida limpeza e estabilidade.

Com o gradiente barométrico voltado para o sul, uma WF no Rio Grande do Sul caminha em direção à FPP.

Às 24:00 horas (TMG) — Nova transformação radical na situação sinótica é observada.

O Anticiclone Polar que desaparecera no nível do mar, persistiu sobre o sul do Brasil a partir de 1 500 metros, conforme demonstra a carta de 850 mb de 12:00 horas (TMG). Com o resfriamento noturno ele desce ao solo e com ele a KF, que retorna a Minas Gerais e Espírito Santo. Por isso, em nossa área, o tempo torna-se instável, com o céu encoberto por *altostratus* e *fractocumulus* de mau tempo e chuvas leves.

Neste dia, novamente houve chuvas abundantes em muitos locais de nossa área. Nos contrafortes da Mantiqueira e Vale do Paraíba um número bastante grande de postos pluviométricos marcou totais pluviométricos em torno de 40 mm.

Porém, os máximos deste dia pertencem ao sudeste de nossa área. Neste local o posto da Ponte do Guandu assinalou 79 mm, enquanto na Guanabara os totais pluviométricos duplicaram em relação ao dia anterior — (Praça XV 84 mm e Alto da Boa Vista 45 mm). Este dia foi o de maior concentração/hora na Praça XV para o mês de janeiro.

Nas áreas do reservatório de Lajes e Vigário, apenas Piraí, com 37 mm, registrou total significativo.

Dia 8 de janeiro:

Às 12:00 horas (TMG) — Esta carta apresenta um quadro sinótico muito raro, com quatro descontinuidades frontais. Uma sobre o Pacífico outra após transpor a Cordilheira dos Andes, desenvolve um ciclone na Terra do Fogo; a terceira, representada pela nova FPA, que aparece na carta do dia anterior. Esta, enfraquecida pela FG nas Frentes do Pacífico, está em recuo como WF sobre a Argentina e em FG sobre o mar. Finalmente, a mais antiga descontinuidade frontal

aparece sobre o oceano separando a alta Tropical da Alta do Anticiclone Polar velho, cuja isóbara central, de 1 016 mb, tangência o litoral brasileiro.

Em nossa área dominam ventos de NE na superfície e em altitude. Este, pelo seu caráter descendente, mantém o tempo estável. Enquanto isso, no interior do Brasil aparecem pequenas Altas Tropicais separadas por IT.

As 18:00 horas (TMG) — Esta carta indica profundas mudanças na situação isobárica. As duas Altas Polares do norte da Antártica fundem-se numa única Alta. As duas FPP fundem-se em apenas uma descontinuidade frontal. A nova FPA, que se encontrava em recuo na Patagônia, é revigorada por estas transformações à sua retaguarda, mas, principalmente, por novo fluxo de ar polar que transpôs os Andes. Assim revigorada ela entra em FG transformando-se em KF. Com esta estrutura ela gira para NE apoiada em nova ondulação ciclônica sobre o Atlântico, na altura da Patagônia (paralelo de 45° Sul).

Em sincronismo com o avanço da KF no Uruguai, a depressão induzida caminha rapidamente para SE. Enquanto a KF alcança o extremo sul do Rio Grande do Sul, a depressão tropical se desloca rapidamente e atinge a nossa área. Aí, em contato com os ventos de NE da massa Tropical Marítima, resfriados pela recente integração da massa Polar velha (ventos marítimos de NE, 27° a 29° C, ventos de NW da depressão induzida 30 a 33° C), a IT adquire uma rampa frontal transformando-se em Frente Quente. Com a aproximação desta depressão os ventos de NE do Anticiclone do Atlântico tomam componentes de E a SE. Sua passagem leva à formação de *cumulunimbus* e precipitações esparsas e ocasionais, bem inferiores às do dia anterior. A única zona submetida a chuvas consideráveis em nossa área é o setor ocidental da Mantiqueira, onde Pedra Selada e Fumaça registraram 32 e 36 mm, respectivamente. Fora desta zona, apenas Táboas registrou total muito elevado, 77 mm. O índice elevado de Táboas foi muito concentrado espacialmente, uma vez que os postos próximos a Táboas não registraram sequer 1 mm de precipitação.

As 24:00 horas (TMG) — A WF se estabiliza e retorna ao estado de simples convergência de IT, enquanto que a KF alcança o norte do Rio Grande do Sul, ainda impulsionada pelo ciclone ao norte das ilhas Falklands.

Dia 9 de janeiro

As 12:00 horas (TMG) — A situação em nossa área é de tempo bom, sob domínio do Anticiclone do Atlântico Sul. Ao longo do litoral até Cabo Frio os ventos são de NE perpendiculares às isóbaras, com velocidade de 15 nós. Porém a maior parte de nossa área está sob calmarias com formação de *cumulus* de bom tempo.

Enquanto isso, o ciclone da FP evoluindo para a oclusão caminha sobre as ilhas Falklands em direção ao Mar de Weddell. Sua KF em FG atinge Santa Catarina e se ondula ligeiramente no Paraguai. Com base nessas ondulações surge uma linha de IT em Mato Grosso.

As 18:00 horas (TMG) — No decorrer deste dia a IT caminhou para SE, e às 18:00 horas (TMG) já atingia nossa região com mudança brusca de direção dos ventos, a princípio de NE, depois de E e SE para finalmente serem de NW, sempre com velocidade de 10 a 15 nós. O céu torna-se bastante encoberto com 6 a 7/8, com formação de *cumulunimbus*, sucedidos por chuvas, estas, quase exclusivamente do centro

para oeste de nossa área. As áreas em torno dos meridianos que passam sobre o reservatório de Lajes ou em suas proximidades foram as mais atingidas pelas chuvas. Isto é fácil de compreender examinando a carta sinótica de 24 horas TMG. Esta carta mostra que durante a noite os ventos de NW que empurravam a IT para SE sofreram grande queda de temperatura e assim ficou estabelecido um desequilíbrio de densidade e, conseqüentemente, a antiga IT transformou-se em uma espécie de WF, que se estendeu ao longo do Estado do Rio com orientação E-W. Ao sul desta descontinuidade a corrente de E dos ventos marítimos, com 34 e 35°C, foram obrigados a subir a rampa frontal, enquanto que ao norte os ventos de NW, com temperaturas de 24 a 25°, metiam-se em cunha sobre aqueles.

No decorrer desta noite esta descontinuidade, pressionada fortemente em sua extremidade oriental por ventos de E com velocidade de 16 nós, é forçada a se inflexionar para o norte, adquirindo orientação N-S sobre os meridianos do reservatório de Lajes. Nestas áreas os postos da Fazenda Santa Rosa, Ipê e Lajes registraram 38, 51 e 67 mm respectivamente. Ao norte do reservatório o posto da Usina Santa Cecília registrava 130 mm. *Trata-se do primeiro aguaceiro deste mês a abater-se sobre as áreas próximas do reservatório de Lajes.* Precipitações também abundantes ocorreram no setor Nordeste, onde Fumaça (Mantiqueira) e Floriano (Vale do Paraíba) assinalaram 54 e 41 mm respectivamente.

Dia 10 de janeiro:

As 12:00 horas (TMG) — O Anticiclone Polar acha-se ao longo do litoral de Santa Catarina com centro de 1 014 mb. Com o equilíbrio de pressão entre a Alta Tropical e a Alta Polar, a Frente fica semi-estacionária no limite de São Paulo e Estado do Rio de Janeiro. Em nossa área dominam ventos fracos de N a NE do Anticiclone Tropical do Atlântico, em situação de aquecimento pré-frontal.

As 18:00 horas (TMG) — Com o aquecimento diurno e conseqüente aprofundamento da Baixa do Chaco, a KF, que se estacionara, dissipa-se na Bolívia e Paraguai, enquanto que no interior do Brasil ela retorna como WF. Porém, mantendo-se em FG no litoral, ela alcança nossa área com orientação WNW-ESE.

O aparecimento de um centro de Baixa em Goiás leva ao aprofundamento da Baixa-Polar. Com esta estrutura, os ventos de NE da massa Tropical Marítima, com temperatura de 28° a 30° C, subiram a rampa frontal da Frente, enquanto que os ventos de sul da massa Polar, com temperatura cerca de 22°C, metendo-se em cunha sob aqueles, provocaram pancadas de chuvas intensas acompanhadas de trovoadas sob grossos cumulonimbus.

É provável que a ascensão do ar quente sobre o ar mais frio da rampa frontal tenha atingido maior magnitude quando a KF já havia passado pelo reservatório de Lajes. Isto explicaria o fato das mais abundantes chuvas terem ocorrido ao norte do referido reservatório, agravadas sobretudo nas serras. Ao norte deste eixo registraram os seguintes totais: Nhangapi 56 mm, Resende 45 mm, Ribeirão São Joaquim 24 mm, Conservatória 40 mm, Barra Mansa 46 mm, Barra do Piraí 108 mm, Manoel Duarte 62 mm, Vassouras 50 mm, Tinguá 64 mm, Xerém 24 mm, Ponte do Guandu 50 mm.

As 24:00 horas (TMG) — No decorrer da noite, a Frente Polar continua recuando como WF sobre o continente, até o Paraná, embora

mantendo-se em FG sôbre o oceano. Com isso, voltam à nossa área os ventos de NE da massa Polar Marítima, trazendo rápida limpeza do céu.

Entretanto, o recuo da Frente para o sul propiciou intensas precipitações do centro para o sul de nossa área, após às 24 horas TMG. Por este motivo, para os postos do Escritório de Meteorologia e da Divisão de Águas do D.N.P.M. estes totais foram computados no dia que se segue.

Dia 11 de janeiro:

As 12:00 horas (TMG) — Uma FPP transpõe a Cordilheira dos Andes, empurrada por um Anticiclone de 1018 mb. Esta nova KF fortalece o Anticiclone Polar anterior, elevando seu centro de ação a 1018 mb, o qual, por sua vez, produz nova FG na FP anterior. Esta retoma o caminho para NE atingindo nossa área com orientação NW-SE, com fraco gradiente barométrico.

Ao norte desta descontinuidade sopram ventos de NE de 15 nós em direção quase perpendicular à KF.

Em nossa área, à retaguarda da frente, dominam ventos calmos com céu bastante encoberto e precipitações insignificantes.

No interior do continente a FP, impossibilitada de manter-se em FG, vai-se dissipando na Baixa do Chaco.

As 18:00 e 24:00 horas (TMG) — As cartas apresentam praticamente o mesmo quadro sinótico das 12:00 horas (TMG). A KF, ao atingir o Estado do Rio de Janeiro, fica semi-estacionária em nossa área com ventos de SE quase paralelos à descontinuidade. Porém, ao norte, os ventos de NE entre 5 e 15 nós, mantêm-se em oposição à descontinuidade.

O poder de energia do Anticiclone Polar, com centro de 1018 a 1016 mb ao longo do litoral de Santa Catarina e Paraná, o que significa bem próximo da descontinuidade no Estado do Rio de Janeiro, determina um elevado gradiente barométrico inclinado para a depressão da FP e este, por sua vez, condiciona uma rampa frontal de forte inclinação.

As correntes quentes e úmidas da massa Tropical Marítima, subindo a rampa frontal em oposição quase perpendicular, produzem em espessos *cumulunimbus*, fortemente concentrados.

Por tudo isso acreditamos que as componentes em ascensão ao longo da Frente deveriam estar possuídas de velocidade acima do que comumente ocorre, concorrendo assim para o maior potencial de condensação e precipitação, uma vez que, conforme o ábaco de FULKS, quanto mais rápida a componente vertical das correntes em ascensão na rampa frontal, mais intensas serão as precipitações.

Portanto, a forte inclinação da rampa frontal da KF, a oposição perpendicular das correntes quentes em ascensão e a velocidade de sua componente vertical explicam os violentos aguaceiros concentrados em pequeno setor de nossa área. Que setor é este? É justamente aquele que na noite de 22 para 23 deste mês seria submetido àquela calamidade que constitui o tema central desta nossa pesquisa — área em torno do reservatório de Lajes. Aí, as chuvas alcançaram neste dia, níveis superiores à metade dos que iriam ser registrados no dia 22. No

Alto curso do rio Pirai, Lídice, Vargem e Tocos registram 74, 97 e 103 mm. Junto ao reservatório de Lajes os postos de Ipê, Lajes e Fazenda Sta. Rosa alcançaram os totais mais expressivos: 132, 145 e 161 mm respectivamente.

Lembramos que todos êsses postos pluviométricos estão nos vales em altitudes inferiores a 400 mm. Sòmente Tocos e Vargem ultrapassam estas altitudes. Ora, pela posição da KF, por ocasião das precipitações, pela direção SE dos ventos do Anticiclone Polar, imediatamente a passagem da depressão polar, acreditamos que os totais mais elevados dêste dia tenham ocorrido nas serras cujos níveis de 1 000 a 1 400 m sugerem maior agravamento das chuvas, principalmente nas serras do Leandro, Itaguaí Caieiras e do Itaguçu, ao sul dos postos pluviométricos de Lajes, Ipê e Santa Rosa. Infelizmente a ausência de postos nestes lugares não permitem uma confirmação.

Embora as chuvas dêste dia apresentassem uma acentuada concentração no centro de nossa área, todo o norte desta região, ou seja, o Vale do Paraíba e Mantiqueira, recebeu chuvas muito abundantes, destacando-se o pôsto de Floriano (no Alto Paraíba) com 82 mm.

Enquanto isso a Baixa do Chaco envolve a nova FP que tem seu ramo setentrional dissipado, enquanto seu ramo meridional mantém-se ativo.

Dia 12 de janeiro:

Às 12:00 horas (TMG) — o Anticiclone Polar velho permanece sôbre o oceano ao longo do sul do Brasil, com centro enfraquecido (1 016 mb). O Anticiclone do Atlântico sul, ao contrário, está fortalecido e empurra a massa Polar para o sul. Com o recuo para o sul a descontinuidade polar transforma-se em WF. O norte do Estado do Rio de Janeiro está sob tempo bom com ventos de NE a 15 nós, que se dirigem para o ponto de encontro da KF marítima e da WF mantendo a instabilidade a oeste do Estado do Rio.

Enquanto isso no ramo meridional da nova FP formou-se um ciclone que caminha sôbre as ilhas Shetland em direção ao mar de Weddell.

Às 18:00 e 24:00 horas (TMG) — A carta de 18:00 horas mostra que enquanto o ciclone da FP evolui para a oclusão geral ao norte da Antártica, a massa Polar, estacionada ao longo do litoral sul do Brasil, se fortalece e seu centro de 1 016 mb se amplia. Em consequência do equilíbrio entre a Alta Polar e a Alta Tropical do Atlântico a descontinuidade frontal se estaciona sôbre o Estado do Rio de Janeiro, estendendo-se nitidamente de E-W do Paraguai ao meridiano de 35°, daí inflexionando-se para SE.

A carta de 24:00 horas (TMG) — Acusa um declínio geral do sistema isobárico: O Ciclone Meridional está ocluso e a nova Frente Polar enfraquecida. O Anticiclone Polar velho é também enfraquecido, no que é acompanhado pelo Anticiclone Tropical Marítimo, mantendo-se porém em equilíbrio (1 014). Por êsse motivo a descontinuidade permanece sôbre nossa região com posição semelhante à carta de 18:00 horas.

Com o resfriamento noturno das camadas superiores as correntes de convergência entram em convecção livre, e o céu, que já se achava encoberto por *stratuscumulus*, *altocumulus* e *nimbustratus*, torna-se mais pesado pela formação de *cumulunimbus* acompanhados de chuvas e trovoadas. Nesta noite choveu em tôda nossa área, principalmente ao

norte do reservatório de Lajes, do meridiano de 43° 30', aproximadamente em direção oeste. Na encosta da Mantiqueira, Barreirinha, Fumaça, Ribeirão São Joaquim e Manuel Duarte registraram: 34, 65, 57 e 37 mm respectivamente.

No vale do Paraíba, Nhangapi, Resende, Volta Redonda, Pinheiral, Usina Santa Cecília, Barra do Pirai e Fazenda São Francisco registraram: 45, 55, 56, 51, 38, 37 e 37 mm respectivamente. Como se vê, chuvas abundantes caracterizam este dia.

Porém, próximo ao reservatório de Lajes, Ipê e Lajes, a leste, registraram totais inferiores a 20 mm, a oeste, Vargem registrou 37 mm. Entretanto, ao norte do reservatório, Pirai apresentou o índice de 90 mm, mais da metade da precipitação que aí ocorreria 10 dias após.

Dia 13 de janeiro de 1967:

As 12:00 horas (TMG) — A massa Polar é inteiramente absorvida pela massa Tropical Marítima, cujo centro de ação aumenta para 1 016 mb. O tempo em nossa área apresenta tendência para bom, com limpeza e ventos de NE a 5 nós no máximo.

A nova FP, revigorada por novo fluxo de massa Polar, desloca-se para NE, com ondulação ciclônica ao longo da Patagônia. Com base neste ciclone, aparece uma linha de IT que se estende do estuário do Prata ao oeste de Minas Gerais, devendo atingir nossa área nas próximas horas.

As 18:00 e 24:00 horas (TMG) — Durante a tarde a nova FP caminha para leste, impulsionada pelo novo ciclone que se forma na península de Palmer. A Baixa do Chaco desloca-se para E até o Rio Grande do Sul, acompanhando a FP de orientação N-S. A IT, agora apoiada na Baixa do Chaco, também segue para E acompanhando todo o deslocamento do sistema geral.

Com o estacionamento da FPA e seu possível recuo para W, a Linha de Instabilidade, após atingir nossa área, recua para W, conforme indica a carta sinótica de 24:00 horas TMG. Entretanto sua permanência em nossa área, com baixa de 1 006 mg, levou a um aumento do gradiente de pressão e conseqüentemente o aceleração dos ventos tropicais de componentes E a NE. O céu tornou-se completamente encoberto por baixos *cumulunimbus* acompanhados de trovoadas e fortes chuvas, agravadas nas serras. Estas chuvas adicionadas àquelas caídas após às 21 horas do Rio (24:00 horas TMG) do dia anterior levou aos seguintes totais mais expressivos: na encosta da serra dos Órgãos, São Pedro e Araras 47 mm cada, Tinguá 56 mm e Xerém 69 mm.

Nas áreas serranas, próximas ao reservatório de Lajes, as chuvas foram também abundantes: Santa Rosa 37 mm, Ipê 39 mm, Lajes 47 mm, Vargem 37 mm, Tocos 44 mm, Lídice 84 mm. Embora para estes postos pluviométricos não exista o referido adicionamento.

No litoral os totais diminuíram de este para oeste: observatório da Praça XV 41 mm, Fazenda da Lapa 29 mm e Angra dos Reis 23 mm.

Estes dados demonstram o decréscimo geral de precipitação para oeste, neste dia. No setor oeste apenas a encosta da Mantiqueira teve chuvas muito expressivas, com o máximo de 40 mm em Pedra Selada.

Dia 14 de janeiro:

As 12:00 horas (TMG) — O Ciclone Meridional está completamente ocluso a SE das ilhas Falklands. Sua KF, com pouca energia, caminha para E, tendo a sua retaguarda um fraco anticiclone de 1 010 mb. Enquanto isso, nova FPP transpõe os Andes no extremo sul do Chile.

Em nossa área dominam ventos calmos de NE do Anticiclone do Atlântico Sul, com tempo estável. Enquanto isso, uma Linha de IT com orientação N-S caminha em Minas Gerais e São Paulo em direção ao mar.

As 18:00 horas (TMG) — Ao transpor a Cordilheira, a nova FP caminha para NE, empurrando o pequeno Anticiclone Polar anterior na mesma direção. Conseqüentemente a FPA anterior avança também para NE atingindo Santa Catarina.

Em sincronia com o progresso da FP, a Linha de IT avança para E alcançando nossa área às 9:00 horas do Rio.

Com a chegada desta depressão, os ventos de NE a 10 nós giram para W com 5 nós. Nesta convergência formam-se cumulonimbus que se convertem em fracas e esparsas precipitações, em algumas áreas, e inexistentes em outras. Entretanto, na serra dos Órgãos os totais foram bastante significativos: em São Pedro o total elevou-se a 35 mm, Tinguá a 37 mm e Xerém a 27mm. Porém o índice mais importante foi registrado na serra das Abóboras, onde o pôsto pluviométrico de Táboas exprime um forte aguaceiro de 70 mm.

Chamamos atenção para nova descontinuidade polar no extremo sul do continente, o que recompõe o quadro sinótico de 3 descontinuidades polares simultâneas, e exprime a forte intensidade de emissões de ar polar que caracterizou este mês.

As 24:00 horas (TMG) — Com o aumento de pressão das Altas Tropicais a FPA, impossibilitada de avançar, recua ligeiramente. Da mesma forma retrocede a Linha de IT, deixando nossa área sob ação dos ventos calmos de NE e E do Anticiclone do Atlântico. Esses trazem estabilidade e limpeza do céu.

Dia 15 de janeiro:

As 12:00 horas (TMG) — Com o recuo da FP no interior, e posterior ondulação, novas depressões induzidas na massa Tropical se formam no interior e se dirigem para o litoral. Ao mesmo tempo, a oclusão do Ciclone Meridional dá origem a uma Baixa sobre o oceano, ao longo da Patagônia. Esta Baixa induz duas Linhas de IT no Anticiclone Polar velho, o que contribui para seu maior enfraquecimento.

As 18:00 e 24:00 horas (TMG) — O quadro sinótico pouco mudou, a não ser a chegada em nossa área da Linha de IT. Esta provocou chuvas esparsas por toda a região, porém com totais significativos apenas nas áreas próximas ao reservatório de Lajes (Fazenda Santa Rosa 32 mm, Ipê 27 mm, Lajes 25 mm) e no alto curso do rio Pirai, onde Lídice embora acusasse apenas 27 mm, Vargem e Tocos registraram totais de 37 mm e o pôsto de Fazenda Santana acusou o elevadíssimo aguaceiro de 137 mm. Neste dia, ao norte do reservatório, Usina S. Cecília e Fazenda São Francisco acusaram totais também significativos, superiores a 40 mm, bem como Floriano com cerca de 50 mm.

Dia 16 de janeiro:

Às 12:00 horas (TMG) — O Anticiclone Polar continua semi-estacionário no Rio Grande do Sul, com centro fraco de 1 008 mb. Conseqüentemente, a FP permanece também semi-estacionária ao sul de São Paulo. Em nossa área dominam ventos moderados de NE a NW da massa Tropical Marítima. O céu com 7/8 ou completamente encoberto por *stratuscumulus*, *cumulus* e *fractocumulus* do sistema frontal de nuvens. Ao mesmo tempo, com base num centro de Baixa frontal forma-se uma Linha de IT estendida N-S, de Goiás a Minas Gerais, devendo girar para SE e atingir nossa área nas próximas horas.

Às 18:00 e 24:00 horas (TMG) — Com a formação de um vórtice ciclônico na nova FP, a FP anterior recua para oeste sobre o oceano, formando outro vórtice ciclônico próximo ao primeiro. O ciclone da FPA anterior, atraindo para si os ventos do Anticiclone Tropical, o enfraquece (declínio de 4 mb para sua isóbara central). Isto permite nova FG na FPA anterior, assim retornando esta à nossa área, onde se dá a junção com uma Linha de IT que, em simetria, avançara para SE. A chegada destas instabilidades é acompanhada de chuvas e trovoadas. Com a passagem da FP para NE, os ventos que antes sopravam de NE a NW giram para o quadrante sul, variando de S a SW com 10 nós, conforme a carta de 24:00 horas (TMG).

Com orientação NW-SE a KF caminha para sua dissipação. Imediatamente à sua passagem persistem as chuvas, agora esparsas, quase insignificantes para a maior parte da nossa área. Neste dia somente os postos da serra dos Órgãos registraram totais importantes: Tinguá 28 mm, Xerém 38 mm, São Pedro 47 mm e Araras 55 mm.

Nas áreas serranas do reservatório de Lajes os totais foram insignificantes. Os mais elevados pouco ultrapassaram a 10 mm.

Dia 17 de janeiro:

Às 12:00 horas (TMG) — Esta carta mostra profundas diferenças, expressas sobretudo pelo rápido desaparecimento do Anticiclone Polar sobre o sul do Brasil e conseqüentemente da antiga FPA sobre o Sudeste. Este brusco enfraquecimento deve-se mais ao forte aprofundamento do Ciclone da nova FPA, agora deslocado para norte à altura do paralelo de 45°, do que pela absorção por parte da massa tropical.

Com o desaparecimento da massa Polar, a massa Tropical Marítima domina a nossa área com tempo bom e estável. Com isto a nova FPP, após transpor os Andes, desenvolve um Ciclone no litoral da Patagônia e sua KF gira para NE.

Ao mesmo tempo, com base na Baixa do Chaco, uma linha de IT estendida da Bahia ao sul de Mato Grosso se dirige para SE.

Às 18:00 e 24:00 horas (TMG) — A situação isobárica pouco mudou em relação à carta de 12:00 horas TMG, a não ser o deslocamento para SE de uma Linha de IT.

Antes das 24:00 horas (TMG) esta linha de IT mergulhava no Anticiclone do Atlântico Sul. Sua passagem por nossa área foi acompanhada por pancadas de chuvas de convergência, geralmente de pouca intensidade. Somente em Itatiaia (Alto Paraíba), em Ribeirão São Joaquim e Conservatória, na Mantiqueira, os totais alcançaram níveis importantes: 74 mm, 64 mm e 36 mm, respectivamente.

Nas áreas serranas próximas ao reservatório de Lajes os totais foram insignificantes, em torno de 10 mm.

Dia 18 de janeiro:

Neste dia iniciamos a análise das cartas sinóticas do ciclo de tempo caracterizado, sobretudo, por uma série de sucessivos e pesados aguaceiros que se abateram sobre nossa área de estudo, dos quais faz parte a referida “tromba d’água” de trágicas consequências nas áreas vizinhas do reservatório de Lajes.

As 12:00 horas, 18:00 horas e 24:00 horas (TMG) — O Ciclone mantém-se ativo ao norte das ilhas Falklands. A KF, que no dia anterior achava-se estacionada na Argentina, reinicia o avanço para NE e atinge o Rio Grande do Sul, com ondulações no Paraguai. Desta ondulação surge uma linha de depressão induzida entre duas altas da massa Tropical estendida de Minas Gerais a São Paulo, devendo atingir nossa área no decorrer do dia.

Com o desenvolvimento e deslocamento dessa ondulação para SE a linha de depressão (IT) tem seu deslocamento para SE retardado, isto só acontecendo durante a noite, conforme mostra a carta de 24:00 horas (TMG). Antes disso esta depressão induzida gira para o sul, motivo pelo qual ela penetra em nossa área com orientação N-S, isto é de W para E, somente adquirindo orientação NE-SW nas últimas horas do dia. Nesta circunstância, apenas as áreas a oeste do limite estadual São Paulo—Rio têm precipitações pluviométricas muito significativas. Na encosta da Mantiqueira a precipitação elevou-se a 48 mm em Pedra Selada e a 74 mm em Ribeirão São Joaquim.

Na área serrana do reservatório de Lajes os totais estiveram por volta de 10 mm.

Até as últimas horas deste dia a FPA permaneceu sem energia para avançar, ficando nossa área sob o domínio de ventos calmos de Massa Tropical.

Desaparece o teto de nuvens baixas e permanece o teto alto de *stratuscumulus*. O tempo apresenta tendência à estabilidade.

Dia 19 de janeiro:

As 12:00 horas (TMG) — O Ciclone continua ativo a NW das Ilhas Falklands sobre o paralelo de 45°, enquanto que na Patagônia ele está ocluso. Após a oclusão, sua KF caminha para NE. Com o avanço desta frente, a massa Polar anterior, que ficara estacionada na Argentina, se fortalece com a expansão de seu centro de 1 012 mb.

Deste modo a KF, com novo impulso, penetra no Sul do Brasil, atingindo, com orientação NW-SE, Santa Catarina e Paraná, com leves ondulações.

Uma nova linha de IT, imediatamente a oeste do Estado do Rio de Janeiro, começa a perturbar a circulação neste Estado, que antes se caracterizava por tempo bom, sob ventos de NE, e agora já começa a se fazer sentir ventos de NW e formação de nuvens baixas de *stratuscumulus* e altas, de *altocumulus* que cobrem o céu completamente.

As 18:00 horas (TMG) — o centro do Anticiclone Polar aparece deslocado para leste sobre o litoral de Santa Catarina.

Este deslocamento fez a descontinuidade frontal girar no sentido dos ventos anticiclônicos. Conseqüentemente, enquanto no interior a descontinuidade toma orientação E-W e se estaciona no litoral, ela avança atingindo nossa área com orientação NW-SE, como KF.

A chegada da FP em nossa área propiciou chuvas esparsas por toda a região, porém muito escassas, e em muitas áreas os pluviômetros não registraram sequer 1 mm. Isto decorre principalmente de uma acentuada ondulação na KF e da conseqüente formação de um centro de Baixa em sua vanguarda, sobre o sudoeste de Minas Gerais. Em virtude disso, os ventos quentes e úmidos de NE de massa Tropical Marítima, atraídos por essa Baixa, desenvolvem velocidades de 35 nós (vento meio forte).

As 24:00 horas (TMG) — Enquanto o Ciclone na nova FP sobre a Patagônia não permite o avanço de nova KF, com o deslocamento para E do Anticiclone Polar velho, há um declínio barométrico no interior do Sul do Brasil, motivo pelo qual a FP anterior recua como WF no continente até o Paraná. Com isto, voltam à nossa área os ventos da massa Tropical Marítima.

Em virtude da pouca permanência da superfície frontal em nossa área, poucas precipitações pluviométricas ocorreram neste dia e, em muitas áreas, nem precipitações houve. Os únicos índices importantes deste dia foram registrados no posto de Itatiaia (vale do Paraíba) onde elevou-se a 38 mm e Santa Isabel (encosta da Mantiqueira) com 60 mm. Próximo ao reservatório de Lajes, os totais máximos pouco ultrapassaram os 10 mm.

Dia 20 de Janeiro

As 12:00 horas (TMG) (ou seja 9:00 horas da manhã no Rio de Janeiro) a carta sinótica indica que o Ciclone Meridional se encontra à altura das coordenadas de 53° de latitude e 35° de longitude, ao largo da ilha Georgia do Sul. Por conseguinte ele se acha bastante deslocado para SE em relação à carta de 24:00 horas TMG do dia anterior. Este ciclone acha-se bastante aprofundado com centro de 996 mb, isto é, 8 mb a menos do que a mesma hora do dia anterior.

O aprofundamento deste ciclone acarreta intensa reativação de sua KF. Esta, que se achava semi-estacionária na Patagônia no dia anterior, retoma o caminho de NE, alcançando o Uruguai e se estendendo para NW até o Peru, com largas ondulações. Chamamos aqui atenção para a extensa Baixa Polar com profundidade de 1.004 mb no limite Paraguai — Bolívia.

Com o avanço da nova FP, o centro da Massa Polar velha, que no dia anterior se encontrava sobre a Argentina, é pressionada para NE, encontrando-se sobre o oceano com aumento geral de pressão de 4 mb. Com isso a antiga Frente retorna a nossa área avançando para NE pelo litoral, enquanto que no interior após avançar para o N, ela recua como WF.

Em virtude do forte gradiente barométrico voltado para a Baixa do Interior as correntes quentes de massa Tropical Marítima adquirem componente E., isto é, quase paralelas à superfície frontal. Nestas circunstâncias ocorreram fracas precipitações, embora, fôsse forte a instabilidade acompanhada de trovoadas e céu amplamente encoberto. Ao mesmo tempo com base na Baixa do Chaco sobre o Paraguai, uma longa linha de IT se induz na massa Tropical e avança para SE.

As 18:00 horas (15:00 horas do Rio de Janeiro) — a carta indica que o novo Anticiclone Polar está sobre a Patagônia com isóbara central de 1 020 mb em grande área. Sua FP estende-se NW-SE do norte da Argentina ao sul do Rio Grande do Sul, perdendo-se no Atlântico até fundir-se no antigo Ciclone Meridional, ativo na ilha Georgia. Sobre

os Pampas argentinos, esta descontinuidade polar se ondula fortemente originando um ciclone com centro de 1 008 mb. No sul do Brasil, sob ação do Anticiclone Polar velho, dominam ventos do quadrante norte, atraídos pela Baixa do ciclone sobre o estuário do Prata.

No litoral, estes ventos chegam a soprar fortemente a 25 nós por hora, ou seja 46 300 metros por hora.

No sudeste do Brasil a Linha de IT permanece semi-estacionária no interior, enquanto que no litoral, em virtude do esvaziamento que vai sofrendo o Anticiclone Polar velho, acompanhado de queda de pressão, sua Frente perde energia e se estaciona sobre o mar, enquanto que sobre nossa área ela vai se dissipando com ventos em oposição quase perpendicular. A dissipação desta é acompanhada de chuvas generalizadas por toda a área e fortes pancadas ocasionais a noroeste, principalmente nas serras.

Enquanto isso uma nova FPP transpõe a Cordilheira dos Andes em sua extremidade meridional.

Chamamos atenção para o quadro sinótico deste dia que nos mostra, ao mesmo tempo, três descontinuidades polares. Isto, por si só, demonstra o vigor das emissões de ar polar do centro anticiclônico da Antártica nos dias que precederam aos pesados aguaceiros em nossa área.

Nesse dia houve chuvas generalizadas por toda nossa área, porém, muito mal distribuídas: enquanto no sul da área, as precipitações foram insignificantes (exceto em Angra dos Reis, com 38 mm), ao norte as chuvas alcançaram níveis consideráveis, principalmente nas serras. Merece destaque neste dia a Serra da Mantiqueira e o Alto Paraíba. Nestas áreas, Pedra Selada e Resende registraram os elevados índices de 104 mm e 99 mm, respectivamente. Esta forte concentração/hora de precipitações não apenas representa a mais elevada pluviometria diária para estas localidades, no mês de janeiro de 1967, como ainda o início de uma série de pesados aguaceiros abatidos na Região Sudeste durante o último decênio do mês de janeiro de 1967.

Nas áreas serranas do reservatório de Lajes somente em Fazenda Santana (Alto curso do Pirai) registrou-se total superior a 10 mm.

As 24:00 horas TMG (21:00 horas do Rio) — imediatamente após transpor os Andes a FPP exerce atração sobre o Anticiclone Polar anterior, que na véspera cobria os países do Prata e o sul do Brasil. Com o esvaziamento deste Anticiclone, desaparece a FPA anterior, ou melhor, ela recua como WF até fundir-se com a nova FPA agora amparada em sua retaguarda por forte Alta de 1 020 mb. Com o recuo da descontinuidade polar até o centro do Rio Grande do Sul, o Anticiclone Tropical do Atlântico Sul volta à nossa área com ventos calmos de NE a E com tendência à estabilidade.

Dia 21 de janeiro de 1967:

As 12:00 horas TMG — Com a injeção do fluxo de ar polar que transpôs os Andes na véspera, a Alta Polar, que se achava estacionada no sul da Patagônia, experimenta novo reforço e, conseqüentemente, aumento de pressão de 4 mb. Assim reforçada a Alta Polar retoma o caminho para NE, enquanto a Baixa do interior recua para NW.

Por esse motivo, a carta sinótica de 9 horas do Rio indica a presença nos Pampas argentinos de poderoso Anticiclone Polar, com núcleo central de 1 024 mb em vasta área. Conseqüentemente, impul-

sionada pelo Anticiclone Polar rejuvenescido, a FPA se estende de NW-SE do Peru ao Norte da Antártica, apresentando longas ondulações no continente sobre a Bolívia, Paraguai e Santa Catarina.

Chamamos a atenção para a extensa e profunda Baixa Polar de 1 010 mb no Brasil, com 1 008 mb na Bolívia e as pequenas dorsais, de massas Tropicais de 1 012 mb no Amazonas e 1 016 mb no limite Goiás — Minas Gerais. Esta última, ligada à Alta do Atlântico (1 018 mb).

Em nossa área a temperatura em elevação reflete a limpeza do céu (1 a 1/4 no máximo) com ventos de NE a E. Enquanto isso ocorrem chuvas frontais e trovoadas na FPA.

As 18:00 horas (TMG) — a carta sinótica indica a expansão do Anticiclone Polar com núcleo de 1 022 mb no Pampa argentino. A FPA, mantendo sua extensão, avança para NE, atingindo São Paulo com orientação WNW-ESE. Com o avanço da FP o Anticiclone do Atlântico Sul enfraquece e a isóbara de 1 016 mb que às 9 horas do Rio tangenciava o litoral baiano torna-se o núcleo da alta pressão do Atlântico afastado sobre o oceano.

Enquanto isso, desaparecem as pequenas dorsais do interior do Brasil e nossa área permanece sob ação de ventos calmos de NE, perpendiculares às isóbaras, com temperatura em elevação. Na Guanabara, o posto do Observatório da Praça XV assinala 33°C, o que significa um aumento de 8°C em relação à temperatura de 9:00 horas do Rio, e 6°C em relação a mesma hora (15:00 horas do Rio) do dia anterior.

As 24:00 horas (TMG) — A massa Polar continua em expansão com núcleo central do 1 022 mb na Argentina. A FPA caminha agora lentamente, devendo atingir a nossa área no dia imediato. Sobre São Paulo acentua-se uma ondulação. A partir desta, uma linha de IT de orientação N-S, em Minas Gerais, separa uma dorsal de Alta de 1 016 mb ligada à Alta do Atlântico (1.018 mb). Convergência, trovoadas e mau tempo assinalam a passagem desta depressão induzida que atinge a nossa área pouco antes das 21:00 horas do Rio. As chuvas nesta convergência se distribuíram nitidamente com decréscimo de NW para SE e tanto mais intensas nas serras. A serra da Mantiqueira por estar a NW de nossa área se constituiu na área mais chuvosa. Aí, Ponte do Souza e Fazenda Agulhas Negras registraram 42 mm cada.

As áreas serranas do reservatório de Lajes, pela sua posição a SE, tiveram precipitações insignificantes.

Dia 22 de janeiro:

As 12:00 horas (TMG) — O núcleo do Anticiclone Polar permanece na Argentina estendendo-se até o Uruguai, porém com pressão aumentada de 2 mb. O fortalecimento deste anticiclone mantém a Baixa do interior entre Peru—Bolívia—Acre. Pelo mesmo motivo a FP mantém sua orientação N.W.—S.E., estendendo de Rondônia à coordenada de 60° de latitude sul e 25° de longitude W. de Greenwich onde se apoia em novo Ciclone Polar, passando ao sul de nossa área e devendo atingi-la nas próximas horas. Sobre o continente a FPA sofre acentuadas ondulações, atingindo Mato Grosso, Goiás e São Paulo.

Chamamos atenção para o aparecimento de um centro de Baixa em Minas Gerais, ao longo da descontinuidade polar.

Enquanto isto, pequenas dorsais de 1 014 mb na Amazônia e 1 016 mb no interior da Região Nordeste do Brasil, esta última ligada à Alta do Atlântico (1 016 mg) separam Linhas de Instabilidades Tropicais

de orientação NE-SW. Uma delas caminha na Bahia e Minas Gerais em direção ao litoral fluminense, o que deverá, com sua chegada, contribuir para o agravamento da instabilidade em nossa área, durante a noite.

Este quadro sinótico mantém em nossa área céu completamente encoberto e chuvas abundantes e intermitentes agravadas, desde as últimas horas do dia anterior, pelo estacionamento da Frente Polar e pelo aumento da inclinação da rampa frontal. A temperatura ao longo da FP em nossa área sofre declínio de apenas 3°C.

As 18:00 (TMG) — O núcleo da Alta Polar mantém-se com 1 024 mb, porém deslocado para NE, sobre o oceano, defronte do estuário do Prata.

No extremo-oeste a FP recua até a Bolívia. Em São Paulo acentua a ondulação e ela recua com característica de WF, enquanto que no litoral ela avança lentamente agora com orientação E-W, atingindo o Estado do Rio de Janeiro, onde ficará semi-estacionada por muitas horas.

Enquanto isso, ao norte da descontinuidade persistem pequenas dorsais de Alta de 1 014 mb entre Goiás e Minas Gerais, ligadas à Alta do Atlântico (1 014 mb).

Na costa do Chile a FPP transpõe a cordilheira dos Andes e caminha para E, apoiada em novo ciclone polar situada a SW da Terra do Fogo.

As 24:00 horas (TMG) — A carta indica que o quadro isobárico se mantém praticamente inalterado: no interior do Brasil persistem as pequenas dorsais de massa Tropical e na Patagônia caminha a nova FP. Por sua vez, a FPA anterior mantém-se com orientação geral NW-SE estendida do Acre ao Ciclone Meridional, sobre o paralelo de 60° latitude Sul.

As únicas modificações dignas de serem assinaladas referem-se ao fortalecimento da Alta do Atlântico Sul em 2 mb a expansão da isóbara central da Alta Polar e o estacionamento da FPA sobre nossa área.

Com a Frente semi-estacionada em nossa área, mantendo uma Baixa cerca de 1 012 mb e simultânea expansão do núcleo central do Anticiclone Polar, seu gradiente barométrico, inclinado para o norte, aumenta, e com isso a rampa frontal se inclina fortemente na razão de 1/200, conforme demonstra a carta de 850 mb de 12:00 horas (TMG) deste dia.

Sobre esta rampa sobem ventos quentes de NE da massa Tropical Marítima perpendiculares à descontinuidade polar. Imediatamente à retaguarda da frente, na superfície, sopram ventos de S (perpendiculares à descontinuidade) a E (paralelos à descontinuidade) com 10 a 15 nós e céu quase completamente encoberto e declínio de temperatura de 4°C em relação à carta de 9:00 horas do Rio. Com esta estrutura a Frente Polar permaneceu sobre nossa área durante várias horas, propiciando uma autêntica “tromba d’água”, tendo em vista o enorme volume de água precipitado em poucas horas.

Façamos agora uma comparação entre a pluviometria hora deste dia e o quadro sinótico que descrevemos a partir de 24:00 horas TMG do dia 22. Isto se tornou possível para as áreas mais próximas do Reservatório de Lajes, graças ao registro dos pluviógrafos das barragens de Lajes e Tocos, a nós gentilmente fornecido pela Light Serviços de Eletricidade S.A. situada em São Paulo.

Entretanto, para tal torna-se necessário algumas observações:

- a) embora os aguaceiros oriundos desta situação frontogenética começassem a se precipitar a partir das últimas horas do dia 22, estenderam-se ininterruptamente pelo dia 23;
- b) os postos pluviométricos, como se pode verificar no mapa n.º 16, são provenientes de três fontes: Light, Divisão de Águas do DNPM e do Escritório de Meteorologia do Ministério da Agricultura. Estas instituições não adotam critérios idênticos para a atribuição dos totais pluviométricos de 24:00 horas referentes a um dia. A Light e a Divisão de Águas atribuem a pluviometria de cada dia à soma de chuvas precipitadas de 7:00 horas de um dia às 7:00 horas do dia que se segue, enquanto que o Escritório de Meteorologia dá a mesma atribuição ao total pluviométrico que compreende o período de 21:00 horas de um dia às 21:00 horas do dia posterior.
- c) do item "b" se conclui que para os postos pluviométricos do Escritório de Meteorologia as chuvas provenientes da mesma situação frontogenética da noite de 22-23 são computadas e consideradas do dia 23, uma vez que a última verificação pluviométrica é realizada às 21:00 horas do Rio, isto é, às 24:00 horas TMG;
- d) a desuniformidade de critérios nos impede de maior precisão no relacionamento das precipitações diárias deste dia com a evolução sinótica. Seria mais conveniente se todos adotassem o critério do Escritório de Meteorologia uma vez que a última carta sinótica de cada dia elaborada pelo referido Escritório também corresponde às 21:00 horas do Rio (24:00 horas TMG) de acordo com critério internacional;
- e) em vista disso, as alturas das precipitações relativas a esta "tromba d'água" nos pluviogramas das figuras 23 e 24, referem-se ao dia 22 para os postos da Light e da Divisão de Águas, enquanto que para os postos do Escritório de Meteorologia correspondem ao dia 23;
- f) a necessidade de uniformidade de critério é tanto maior quando sabemos que raros são os postos de observação meteorológica que possuem pluviógrafos, aparelhos de registro horário.

Feitas estas observações, passemos à análise pormenorizada do referido aguaceiro.

Tomando por base as chuvas horárias registradas no pluviógrafo da barragem de Lajes verificamos o seguinte: poucos minutos antes das 21:00 horas começava a chover, a princípio com intensidade moderada — são chuvas pré-frontais tão características nas áreas serranas do sudeste do Brasil — intensificando-se bruscamente a partir das 21,30 horas *, quando baixos *cumulunimbus* encobriam completamente o céu desde os primeiros momentos da noite.**

* As horas referidas na descrição desta pluviometria se referem às horas do Rio de Janeiro.

** Lembramos que nesta época do ano, além dos dias serem os mais longos do ano, achávamo-nos nesta ocasião em "horário de verão", isto é, com o relógio adiantado uma hora em relação à hora Legal. Portanto, ao iniciar a precipitação estávamos a menos de 1 hora do início da noite.

A entrada da descontinuidade polar com ventos de NE da massa Tropical Marítima e de S a SE da massa Polar, *em oposição quase perpendicular*, ou seja, quase perpendiculares à descontinuidade; a *forte inclinação da KF*; * e a formação de um *centro de Baixa* na Frente Polar sobre Minas Gerais durante a tarde, *intensificando a convergência* de correntes de ar quente (da Alta Tropical) e ar frio (da Alta Polar), foram os principais fatores dinâmicos responsáveis pelo grande volume d'água precipitado em poucas horas. O *relêvo muito acidentado e elevado* (até 1 200 m de altitude) em relação à proximidade do mar, *agravando a turbulência* ao longo da Frente, teve também um papel muito importante.

Outro elemento importante refere-se às baixas temperaturas nos níveis superiores: as cartas sinóticas de 850 mb e 500 mb do dia 22 indicam que às 9:00 horas do Rio (12:00 horas TMG) fazia sobre nossa área, 5° a 10°C cerca de 1 500 m e 5°C abaixo de zero a 5 860 m acima do nível do mar, isto várias horas antes da chegada da descontinuidade. Temperaturas muito inferiores teriam chegado a 10 000 m (estimativa do topo das nuvens de precipitação durante a ocasião do processo de ascensão dinâmica que originou a referida "tromba d'água").

Nesta noite (de 22-23 de janeiro) abateu sobre a barragem de Lajes um volume d'água de 218,4 mm, no pôsto pluviométrico de Ipê 225 mm e na Fazenda Santa Rosa o máximo de 277 mm. O pluviógrafo da barragem de Lajes nos dá o seguinte registro horário: destes 218 mm, apenas 21 mm caíram entre 21:00 horas e 21:30 horas — provenientes de chuvas pré-frontais. Desta hora em diante, os restantes 197,4 mm — provenientes de chuvas frontais. Dos 197,4 mm, 94,0 mm ou seja 47,7% caíram na primeira hora de chuvas frontais (21:30 às 22:30 horas) numa média de 1,56 mm por minuto.

Passada a 1.^a hora de chuvas frontais as precipitações diminuíram em intensidade cerca de 50%, uma vez que, de 22:30 horas do dia 22 às 0:30 horas (30 minutos) do dia 23 (por conseguinte, durante duas horas) o volume se elevou a 80,5 mm, isto é, 40 mm/hora ou 0,67 mm por minuto, quase 1,0 mm em média. Portanto, embora a concentração/hora declinasse em mais de 50% as chuvas permaneceram muito intensas.

Nessas primeiras 3:30 horas caíram portanto 185,5 mm (incluindo os 21 mm de chuvas pré-frontais ocorridas antes das 21:30 horas). Durante as 2:45 horas seguintes (de 0:30 horas às 3:15 horas) cessa a intensidade, caindo apenas 32,9 mm, os quais perfizeram os 217,3mm registrados pelo pluviógrafo até 3:15 horas, aproximadamente, do dia 23.

A partir desta hora o pluviógrafo da barragem de Lajes deixou de funcionar, porém, o pluviômetro instalado nesta mesma barragem marcou 218,4 mm até às 7:00 horas. Isto significa que a partir daquela hora choveu apenas 1,1 mm.

O brusco decréscimo da precipitação deve-se principalmente ao rápido avanço para norte da FP, conforme veremos na carta de 12:00 horas TMG do dia que se segue.

* Às 12:00 horas do dia 22 a inclinação era 1/200. Como nesta hora a Frente avançava na superfície do solo, é lógico admitir que às 21:00 horas, estando a Frente estacionada na superfície desde às 15:00 horas, a rampa frontal estivesse com inclinação bem maior, uma vez que nos níveis superiores ela se mantinha avançando.

A título de maiores informações publicamos o quadro da precipitação/hora, registrada em pluviógrafo Negretti Zambra instalado nas proximidades da Barragem do Ribeirão das Lajes * e o pluviograma/hora (figura 26) do referido pluviógrafo.

Horas	Minutos	Altura em milímetros
20:53	0	0
21:00	7	0,3
21:05	12	0,5
21:02	29	10,5
21:30	37	21,0
21:36	43	31,5
21:41	48	42,0
21:51	58	52,5
21:55	62	63,0
22:05	72	73,5
22:13	80	84,0
22:22	89	94,5
22:38	105	105,0
22:55	122	115,5
23:07	134	126,0
23:15	142	136,5
23:22	149	147,0
23:30	157	157,5
23:46	173	168,0
24:00	187	173,3
00:20	207	178,5
00:30	217	185,5
00:36	223	189,0
00:57	244	199,5
01:00	247	203,0
01:20	267	207,5
01:24	289	210,0
02:00	307	211,2
02:30	337	211,4
03:00	267	212,5
Fim	O pluviógrafo parou	217,3

Entretanto, não apenas êstes postos registraram totais elevados. Pouco ao norte do reservatório de Lajes os pluviômetros marcaram 133,8 mm em Vigário e 145,6 mm em Piraí. Aí, as precipitações intensas iniciaram-se antes das 21:00 horas.

A oeste do reservatório o Alto curso do rio Piraí também foi palco de pesados aguaceiros. Aí, os postos da represa de Tocos, de Lídice e de Vargem registraram 64,3, 108,0 e 132,2 mm, respectivamente.

Necessário se torna chamar atenção para o registro de fortes aguaceiros, neste dia, em outras áreas, algumas até muito distantes dos reservatórios de Lajes e Vigário. Trata-se de concentrações de chuvas em 24:00 horas relativas a postos do Escritório de Meteorologia, por isso mesmo, como já vimos, são atribuídos por aquela instituição ao dia 23 e por nós também lançados na coluna do dia 23 dos pluviogramas (Pluviogramas Diários de janeiro de 1967). Os totais são os seguintes: na encosta da Mantiqueira, Barreirinha somou 68,8 mm; no Vale do

* Este quadro foi transcrito do Artigo "Características Hidrológicas da Serra do Mar" — Conferência pronunciada no Instituto de Engenharia de São Paulo, em 23 de maio de 1967, pelo Engenheiro Civil — Adolpho Santos Júnior.

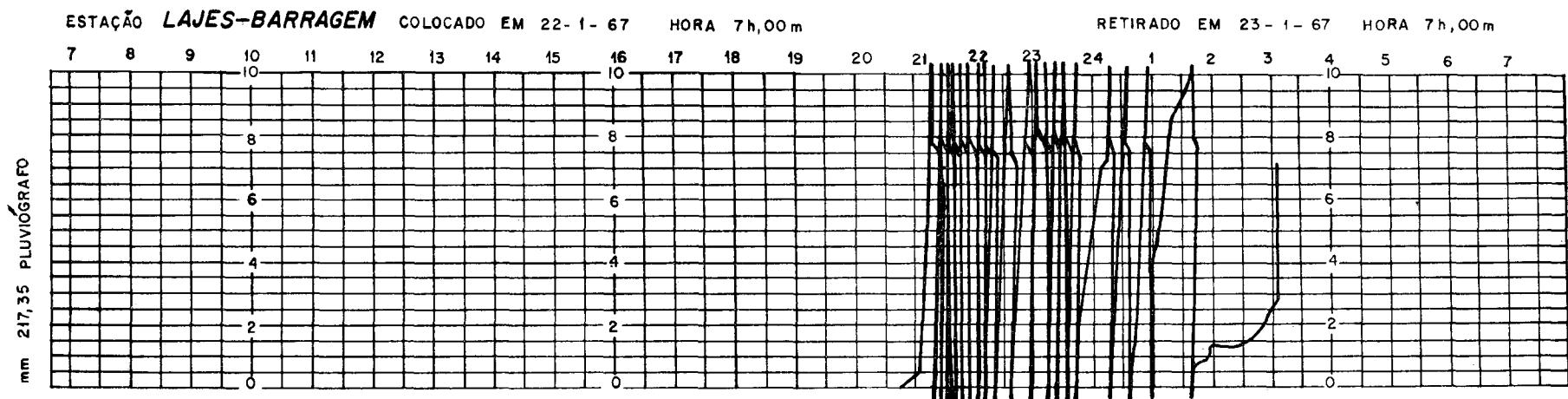


FIG. 26

Paraíba, Resende 61,2 mm; na encosta da serra dos Órgãos, Xerém 50,0 mm; no litoral e serras próximas, Alto da Boa Vista 90,2 mm, e Angra dos Reis 285,6 mm.

Tôdas essas chuvas estão diretamente ligadas àquelas verificadas junto ao reservatório de Lajes na noite de 22-23, tendo as maiores concentrações ocorrido poucas horas após aquelas de Lajes, em Angra dos Reis, Alto da Boa Vista e serra dos Órgãos e, muito após, ainda que durante a mesma noite, no Vale do Paraíba e serra da Mantiqueira.

Quanto à precipitação de Angra dos Reis, assinalamos que seu total em 24:00 horas não foi apenas o mais elevado dêste mês para a referida localidade, como para tôda nossa área de estudo durante o mês de janeiro tendo, inclusive, ultrapassado ligeiramente os totais precipitados nos postos da Fazenda Santa Rosa, do Ipê e de Lajes.

Lamentamos não conhecer sua repartição horária, uma vez que nesta localidade ou próximo a ela não existe pluviógrafo. Entretanto, pelas informações das cartas sinóticas não há menor dúvida que a maior concentração se deu durante a noite de 22-23.

Pelos elevadíssimos índices de pluviosidade no litoral (Angra dos Reis, Fazenda da Lapa e Alto da Boa Vista) e no reverso das escarpas, acreditamos que aguaceiros ainda mais intensos tenham desabado nos níveis elevados das "serras" que se opõem a estas áreas: "serras" do Leandro, do Itaguaí, das Caieiras, do Itaguçu, das Araras e do Capivari, situadas ao longo do eixo de maior precipitação que passa por Lajes e Angra dos Reis.

Nossa conclusão está baseada em uma série de fatores:

- a) a superfície frontal que determinou as precipitações dêste dia passava pelo norte de Lajes com orientação E-W.
- b) a zona de maior espessura das nuvens de precipitação (altura da base ao topo das nuvens) deveria, em consonância à orientação da KF, estender-se E-W cêrca de 50 a 100 km à retaguarda da descontinuidade frontal na superfície, ou seja sôbre as referidas "serras" e litoral.
- c) os ventos na superfície, relativamente fortes, sopravam de SE a S, de encontro às escarpas daquelas mencionadas serras, cujos níveis mais altos, elevando-se acima de 1 000 m, junto ao litoral, teriam dado origem a enérgicas correntes verticais, bem acima da rampa frontal e com isso teriam fortalecido as correntes da massa Tropical Marítima que subiam à superfície frontal.

O agravamento da instabilidade nas "serras" pode ser verificado nos totais precipitados na Guanabara, sem que seja necessário recorrer às precipitações médias ou frequência diária. Basta observar os pluviogramas do próprio mês de janeiro de 1967 dos postos do observatório da Praça XV e do Alto da Boa Vista. No dia 23, enquanto caía 57 mm na Praça XV, no Alto da Boa Vista atingia 90,2 mm; no dia 24, enquanto precipitava na Praça XV apenas 21 mm, no Alto da Boa Vista o pluviômetro acumulava 177 mm.

Entretanto, tôdas essas elucubrações não passam de hipóteses, por isso mesmo não devem ser tomadas como processos reais do mecanismo ou processamento destas "trombas d'água". Fomos obrigados a recorrer a conhecimentos teóricos, uma vez que em tôda nossa área apenas o pôsto meteorológico do Observatório da Praça XV (na Guanabara)

fornece informações de plotação sinótica e de radiossondagens necessárias a uma análise mais objetiva.

Infelizmente, nem mesmo postos pluviométricos existem nos níveis mais elevados das referidas serras, o que vem completar o quadro de informações incompletas de que dispomos.

Dia 23 de janeiro:

As 12:00 horas (TMG) — Os Ciclones Meridionais da FP anterior e da FP nova estão oclusos. A nova FP gira para NE e caminha sobre a Patagônia. O avanço desta KF leva ao aumento de pressão (+ 2 mb) no Anticiclone Polar velho, com núcleo de 1 024 mb sobre o Uruguai.

Forma-se outro núcleo de Alta polar a noroeste da Argentina, de 1 020 mb. Esta Alta menor mantém a Baixa do interior no Peru e impulsiona a KF para o norte até Rondônia.

Da mesma forma, a expansão da alta principal (sobre o Uruguai) emite uma dorsal para NE, impulsionando no mesmo sentido o setor litorâneo da FPA anterior que, com orientação NNW-SSE passa pela Baixada de Campos. Na retaguarda desta descontinuidade sopram, em nossa área, ventos de SE a 15 nós, ortogonais às isóbaras. No norte do Estado do Rio de Janeiro sopram ventos de 10 nós perpendiculares à descontinuidade polar, mantendo por isso mesmo, forte instabilidade em nossa área, isto é, à retaguarda da Frente na superfície, principalmente no setor este.

No Brasil tropical intensifica-se a formação de Altas Tropicais sobre Mato Grosso, uma Alta de 1 016 mb impede o avanço geral da FP anterior fazendo-a recuar como WF no sul de Mato Grosso.

Enquanto isso mais uma FPP transpõe os Andes no sul do Chile, repetindo o quadro sinótico de 3 frentes polares, à semelhança da carta de 18:00 horas TMG do dia 20 deste mês.

As 18:00 horas (TMG) — A FPP ao transpor os Andes provoca o recuo da FP, que às 12:00 horas TMG avançava no norte da Patagônia, até se fundir numa só descontinuidade.

Enquanto isso, o antigo Anticiclone Polar mantém-se com núcleo de 1 022 mb, porém agora com isóbara central bastante dilatada.

As Altas Tropicais sobre o continente aparecem deslocadas para o norte, o que permitiu um pequeno avanço no mesmo sentido do setor ocidental da FP anterior. No Estado do Rio de Janeiro, esta descontinuidade retoma a posição E-W, passando pela Baixada Campista e pela Mantiqueira.

A vanguarda da Frente sopram ventos de NE de 5 a 10 nós da massa Tropical Marítima, ortogonais às isóbaras. Da mesma forma, sopram ventos de SE à retaguarda da Frente em nossa área, sob céu completamente encoberto e forte instabilidade acompanhada de chuvas intensas nas serras e no litoral.

Enquanto isso, a Baixa do Interior, deslocada para o sul de Goiás, leva a FPA a se ondular em São Paulo provocando aí chuvas e trovoadas.

As 24:00 horas (TMG) — O crescente aquecimento no interior do Brasil transportou a Baixa do Interior para a Região do Chaco e fez dissipar a FPA no sul de Mato Grosso e oeste paulista, enquanto que pelo litoral a FPA mantinha-se em fraca FG, estendida E-W sobre o norte do Estado do Rio.

Enquanto ao norte da descontinuidade frontal dominam ventos calmos, em sua retaguarda sopram ventos relativamente fortes (20 nós) de SE, ortogonais à superfície frontal. As serras muito concorrem para o aumento da turbulência frontal ao antepor-se a estes ventos fortes.

A presença da descontinuidade frontal durante quase todo dia propiciou precipitações generalizadas por toda nossa área, com pancadas ocasionais intercaladas, às vezes, por chuvas finas e contínuas. Porém, com o aprofundamento da Baixa frontal para 1 010 mb, nas primeiras horas da noite e o conseqüente aumento da velocidade dos ventos de SE do Anticiclone Polar, sob a rampa frontal, são os principais motivos dos fortes aguaceiros que desabaram em algumas áreas do setor Este de nossa área, agravados nas serras litorâneas e suas proximidades, apesar do decréscimo de inclinação da rampa frontal neste dia, conforme mostra a carta sinótica de 850 mb de 12:00 horas (TMG).

Na Mantiqueira os pluviômetros registraram os seguintes totais: Fumaça 57,6 mm, Ponte do Souza 64,4 mm e Barreirinha 68,8 mm (do total de Barreirinha fazem parte as precipitações ocorridas após 21:00 horas do Rio 24:00 horas TMG — simultâneas à “tromba d’água” de Lajes).

No pôsto da Ponte do Guandu a chuva subiu a 74 mm. No vale do Paraíba, Resende 61,2 mm, Vargem Alegre 63,0 mm e Volta Redonda 74,3 mm (o pôsto de Resende, pertencendo ao Escritório de Meteorologia, está no mesmo caso de Barreirinha — parte da precipitação ocorreu após às 21 horas do Rio, do dia anterior). Na serra dos Órgãos, Xerém (pôsto do Escritório de Meteorologia) acumulou de 21:00 horas do dia 22 às 21:00 horas do dia 23 (hora do Rio) 50,0 mm.

Nas serras litorâneas e suas proximidades registraram os mais elevados índices: na Guanabara, enquanto na Baixada o pôsto do Observatório da Praça XV somava, de 21:00 horas do dia 22 às 21:00 horas do dia 23, apenas 5,7 mm, na serra, o pôsto do Alto da Boa Vista, acumulava 90,2 mm (lembramos que a maior concentração das chuvas destes dias se deu logo após às 21:00 horas do dia 22, como já foi dito).

Porém, neste dia, coube ao pôsto de Angra dos Reis assinalar até às 21:00 horas do Rio, o total de 285,6 mm. Trata-se da precipitação simultânea à “tromba d’água” de Lajes, cuja maior concentração em Angra dos Reis, também se deu logo após às 21:00 horas do dia 22, aparecendo nos pluviogramas como sendo do dia 23 por se tratar de pôsto pluviométrico do Escritório de Meteorologia.

Nos postos próximos ao reservatório de Lajes os totais de chuvas dêste dia foram muito inferiores ao do dia anterior, principalmente ao norte (Vigário 24,4 mm) e a oeste (máximo de Fazenda Santana 12,6 mm). Não obstante, na barragem de Lajes e na Fazenda Santa Rosa, a leste do reservatório, os totais se elevaram à alturas consideráveis de 42,8 mm e 46,0 mm, respectivamente.

Apesar de os índices das áreas próximas ao reservatório terem sido bastante significativos, o que bem os caracteriza é o vertiginoso declínio em relação ao do dia anterior. Este brusco decréscimo deve-se à súbita progressão da descontinuidade para NE, deixando assim nossa área, após ficar semi-estacionada no dia 22. Além disso, com o rápido deslocamento da frente na superfície do solo, a inclinação de sua rampa, que era inferior a 1/200, decaiu para 1/900, conforme indica a carta sinótica de 850 mb de 9:00 horas do Rio (12:00 horas TMG) do dia 23.

Lembramos ainda que estas precipitações próximas ao reservatório de Lajes, referentes ao dia 23, não constituem uma continuação da “tromba d’água” da noite de 22/23, uma vez que, como vimos, do

fornece informações de plotação sinótica e de radiossondagens necessárias a uma análise mais objetiva.

Infelizmente, nem mesmo postos pluviométricos existem nos níveis mais elevados das referidas serras, o que vem completar o quadro de informações incompletas de que dispomos.

Dia 23 de janeiro:

As 12:00 horas (TMG) — Os Ciclones Meridionais da FP anterior e da FP nova estão oclusos. A nova FP gira para NE e caminha sobre a Patagônia. O avanço desta KF leva ao aumento de pressão (+ 2 mb) no Anticiclone Polar velho, com núcleo de 1 024 mb sobre o Uruguai.

Forma-se outro núcleo de Alta polar a noroeste da Argentina, de 1 020 mb. Esta Alta menor mantém a Baixa do interior no Peru e impulsiona a KF para o norte até Rondônia.

Da mesma forma, a expansão da alta principal (sobre o Uruguai) emite uma dorsal para NE, impulsionando no mesmo sentido o setor litorâneo da FPA anterior que, com orientação NNW-SSE passa pela Baixada de Campos. Na retaguarda desta descontinuidade sopram, em nossa área, ventos de SE a 15 nós, ortogonais às isóbaras. No norte do Estado do Rio de Janeiro sopram ventos de 10 nós perpendiculares à descontinuidade polar, mantendo por isso mesmo, forte instabilidade em nossa área, isto é, à retaguarda da Frente na superfície, principalmente no setor este.

No Brasil tropical intensifica-se a formação de Altas Tropicais sobre Mato Grosso, uma Alta de 1 016 mb impede o avanço geral da FP anterior fazendo-a recuar como WF no sul de Mato Grosso.

Enquanto isso mais uma FPP transpõe os Andes no sul do Chile, repetindo o quadro sinótico de 3 frentes polares, à semelhança da carta de 18:00 horas TMG do dia 20 deste mês.

As 18:00 horas (TMG) — A FPP ao transpor os Andes provoca o recuo da FP, que às 12:00 horas TMG avançava no norte da Patagônia, até se fundir numa só descontinuidade.

Enquanto isso, o antigo Anticiclone Polar mantém-se com núcleo de 1 022 mb, porém agora com isóbara central bastante dilatada.

As Altas Tropicais sobre o continente aparecem deslocadas para o norte, o que permitiu um pequeno avanço no mesmo sentido do setor ocidental da FP anterior. No Estado do Rio de Janeiro, esta descontinuidade retoma a posição E-W, passando pela Baixada Campista e pela Mantiqueira.

A vanguarda da Frente sopram ventos de NE de 5 a 10 nós da massa Tropical Marítima, ortogonais às isóbaras. Da mesma forma, sopram ventos de SE à retaguarda da Frente em nossa área, sob céu completamente encoberto e forte instabilidade acompanhada de chuvas intensas nas serras e no litoral.

Enquanto isso, a Baixa do Interior, deslocada para o sul de Goiás, leva a FPA a se ondular em São Paulo provocando aí chuvas e trovoadas.

As 24:00 horas (TMG) — O crescente aquecimento no interior do Brasil transportou a Baixa do Interior para a Região do Chaco e fez dissipar a FPA no sul de Mato Grosso e oeste paulista, enquanto que pelo litoral a FPA mantinha-se em fraca FG, estendida E-W sobre o norte do Estado do Rio.

Enquanto ao norte da descontinuidade frontal dominam ventos calmos, em sua retaguarda sopram ventos relativamente fortes (20 nós) de SE, ortogonais à superfície frontal. As serras muito concorrem para o aumento da turbulência frontal ao antepor-se a estes ventos fortes.

A presença da descontinuidade frontal durante quase todo dia propiciou precipitações generalizadas por toda nossa área, com pancadas ocasionais intercaladas, às vezes, por chuvas finas e contínuas. Porém, com o aprofundamento da Baixa frontal para 1 010 mb, nas primeiras horas da noite e o conseqüente aumento da velocidade dos ventos de SE do Anticiclone Polar, sob a rampa frontal, são os principais motivos dos fortes aguaceiros que desabaram em algumas áreas do setor Este de nossa área, agravados nas serras litorâneas e suas proximidades, apesar do decréscimo de inclinação da rampa frontal neste dia, conforme mostra a carta sinótica de 850 mb de 12:00 horas (TMG).

Na Mantiqueira os pluviômetros registraram os seguintes totais: Fumaça 57,6 mm, Ponte do Souza 64,4 mm e Barreirinha 68,8 mm (do total de Barreirinha fazem parte as precipitações ocorridas após 21:00 horas do Rio 24:00 horas TMG — simultâneas à “tromba d’água” de Lajes).

No pôsto da Ponte do Guandu a chuva subiu a 74 mm. No vale do Paraíba, Resende 61,2 mm, Vargem Alegre 63,0 mm e Volta Redonda 74,3 mm (o pôsto de Resende, pertencendo ao Escritório de Meteorologia, está no mesmo caso de Barreirinha — parte da precipitação ocorreu após às 21 horas do Rio, do dia anterior). Na serra dos Órgãos, Xerém (pôsto do Escritório de Meteorologia) acumulou de 21:00 horas do dia 22 às 21:00 horas do dia 23 (hora do Rio) 50,0 mm.

Nas serras litorâneas e suas proximidades registraram os mais elevados índices: na Guanabara, enquanto na Baixada o pôsto do Observatório da Praça XV somava, de 21:00 horas do dia 22 às 21:00 horas do dia 23, apenas 5,7 mm, na serra, o pôsto do Alto da Boa Vista, acumulava 90,2 mm (lembramos que a maior concentração das chuvas destes dias se deu logo após às 21:00 horas do dia 22, como já foi dito).

Porém, neste dia, coube ao pôsto de Angra dos Reis assinalar até às 21:00 horas do Rio, o total de 285,6 mm. Trata-se da precipitação simultânea à “tromba d’água” de Lajes, cuja maior concentração em Angra dos Reis, também se deu logo após às 21:00 horas do dia 22, aparecendo nos pluviogramas como sendo do dia 23 por se tratar de pôsto pluviométrico do Escritório de Meteorologia.

Nos postos próximos ao reservatório de Lajes os totais de chuvas dêste dia foram muito inferiores ao do dia anterior, principalmente ao norte (Vigário 24,4 mm) e a oeste (máximo de Fazenda Santana 12,6 mm). Não obstante, na barragem de Lajes e na Fazenda Santa Rosa, a leste do reservatório, os totais se elevaram à alturas consideráveis de 42,8 mm e 46,0 mm, respectivamente.

Apesar de os índices das áreas próximas ao reservatório terem sido bastante significativos, o que bem os caracteriza é o vertiginoso declínio em relação ao do dia anterior. Este brusco decréscimo deve-se à súbita progressão da descontinuidade para NE, deixando assim nossa área, após ficar semi-estacionada no dia 22. Além disso, com o rápido deslocamento da frente na superfície do solo, a inclinação de sua rampa, que era inferior a 1/200, decaiu para 1/900, conforme indica a carta sinótica de 850 mb de 9:00 horas do Rio (12:00 horas TMG) do dia 23.

Lembramos ainda que estas precipitações próximas ao reservatório de Lajes, referentes ao dia 23, não constituem uma continuação da “tromba d’água” da noite de 22/23, uma vez que, como vimos, do

total 218,4 mm acumulados no pluviômetro de Lajes até às 7:00 horas da manhã do dia 23 (portanto chuvas referidas ao dia 22), o pluviôgrafo dêste mesmo local registrava 217,3 mm até às 3:00 horas da manhã.

Aquêles totais do dia 23 estão relacionados principalmente às precipitações da tarde do dia 23, decorrentes do retôrno da Frente Polar a nossa área, conforme vimos na carta de superfície de 15:00 horas do Rio (18:00 horas TMG).

Chamamos atenção que pelo elevadíssimo índice de pluviosidade verificado no pôsto de Ponte do Guandu e nos postos junto ao reservatório de Lajes acreditamos que, nos mesmos instantes, intensos aguaceiros tenham ocorrido nas serras do Leandro e Itaguaí, localizadas entre aquêles postos pluviométricos.

Dia 24 de janeiro:

As 12:00 horas (TMG) — o quadro barométrico ao norte e ao sul da descontinuidade permanece praticamente o mesmo da carta sinótica anterior.

Ao sul o Anticiclone Polar permanece com isóbara central de 1 020 mb ao longo do litoral do Uruguai e do sul do Brasil. Porém, a FP que permanecera semi-estacionária em nossa área no dia anterior, está agora mais ao norte, com orientação quase E-W sôbre Minas Gerais e norte do Estado do Rio de Janeiro com Baixa menos profunda (4 a 6 mb a mais). O nôvo avanço experimentado pela FP parece estar ligado à formação de nôvo Ciclone sôbre as ilhas Georgia do Sul, onde a FP se apoia.

Em nossa área o céu permanece quase completamente encoberto por *altocumulus*, *stratuscumulus* e *cumulunimbus*, com ventos calmos de E provocando chuvas leves à retaguarda da Frente, desde o Estado do Rio até Santa Catarina. Em nossa área os totais são mais elevados a leste, agravados na serra dos Órgãos, no Maciço da Carioca e na encosta da Mantiqueira. Enquanto isso, ao norte, uma linha de IT com orientação NE-SW caminha para SE e, ao sul, a nova FP permanece ao longo do litoral da Patagônia caminhando para E.

As 18:00 horas (TMG) — A nova FP aparece intensificada, progredindo para NE. O Anticiclone Polar anterior está deslocado ainda mais para o mar, mantendo isóbara central de 1 020 (6 mb a mais que no Anticiclone do Atlântico sul e 10 mb a mais que as dorsais de massa tropical sôbre continente).

Mesmo com a oclusão do Ciclone Meridional a KF anterior avança para o norte atingindo o Espírito Santo. A continuidade do avanço desta Frente está ligada ao desequilíbrio de pressão entre a Alta Polar e as Altas Tropicais.

Em nossa área, como em quase todo o litoral Sul do Brasil, persistem chuvas leves e céu muito encoberto. A chegada da IT leva ao escavamento da descontinuidade frontal que retorna à pressão de 1 010 a 1 012 mb. Isto leva à intensificação do gradiente barométrico voltado para a descontinuidade, com ventos em nossa área soprando de SE a 10 nós, quase perpendiculares às isóbaras, com trovoadas, fazendo prever o agravamento de instabilidade nas próximas horas.

As 24:00 horas (TMG) — Nas primeiras horas da noite, com o quadro barométrico mantendo praticamente a mesma situação da carta de 18:00 horas TMG, fortes chuvas ocorreram ao longo do litoral, do Estado do Rio de Janeiro a Santa Catarina, acompanhadas de tro-

voadas em nossa área, situada imediatamente à retaguarda de FP, cuja superfície de 1 010 a 1 012 mb passava sobre o sul do Espírito Santo. No Estado do Rio de Janeiro as chuvas foram mais intensas a leste, principalmente nas serras.

Em nossa área até às 21:00 horas do Rio (24:00 horas TMG) foram registrados os seguintes totais mais expressivos: na encosta da Mantiqueira o pluviômetro de Táboas assinalou 70,2 mm; na serra dos Órgãos, Xerém registrou 67,2 mm; na Baixada Fluminense, Ponte do Guandu marcou 80,2 mm. Na Guanabara, enquanto no pluviômetro do Observatório da Praça XV o total subiu apenas a 21,0 mm, no Alto da Boa Vista era assinalado 177,0 mm, recorde do pôsto neste mês. *

O decréscimo de chuvas dêste dia, tendente para oeste, foi menos marcante ao longo do litoral de nossa área, uma vez que Angra dos Reis apresentou um total apreciável de 40,6 mm.

Nas áreas próximas ao reservatório os mais significativos totais não chegaram a 30 mm (Lídice e Piraí). Entretanto, é possível que nas escarpas a barlavento das serras do Leandro, Itaguaçu e Itaguaí as chuvas tenham sido mais abundantes.

Dia 25 de janeiro:

As 12:00 horas TMG — Nôvo Ciclone se forma na FP anterior, a leste das ilhas Georgia do Sul. A FPP, que no dia anterior transpunha os Andes, se dissipou na Patagônia e o Anticiclone Polar velho pôde assim manter a isóbara central com 1 020 mb, agora abarcando maior superfície sobre o mar.

Embora reforçado, o Anticiclone Polar sòmente mantém a FP em FG sobre o mar, uma vez que simultânea e igualmente há uma subida geral de pressão nas Altas Tropicais sobre o continente, impedindo o avanço da FP pelo continente, onde ela fica semi-estacionária.

Dêste modo, a carta de 12 horas TMG mostra no continente a FP semi-estacionária com orientação E-W estendida do Paraguai ao norte do Estado do Rio com pressão de 1 014 e 1 016 mb. Em nossa área, onde o céu durante a noite experimentou uma ligeira limpeza, já começa a se fazer sentir mudança de componentes de ventos: êstes sopravam do quadrante sul e agora começam a soprar de norte. Leves precipitações ocorreram durante a noite. Enquanto isso, o litoral meridional do Chile é atingindo por nova FPP com Ciclone ao sul da Terra do Fogo.

As 18:00 horas TMG — O Ciclone da FPP está a SE da Terra do Fogo. Sua WF estendida para E se funde a Frente oclusa do ciclone da FPA.

O Anticiclone Polar, que no dia 23 encontrava-se semi-estacionário ao longo do litoral Sul do Brasil, com elevada pressão de 1 020 a 1 022 mb, sofre um brusco enfraquecimento, caindo para 1 016 mb, devido em parte ao aquecimento diurno do continente. Em vista disso, enquanto a KF mantém-se ativa sobre o mar, sobre o continente ela se dissipa na altura do Espírito Santo.

Em nossa área sopram ventos de 10 a 20 nós, de E a S do Anticiclone Polar, quase perpendiculares às isóbaras, em direção ao centro de Baixa localizada em Minas Gerais. Esta situação sinótica mantém

* A precipitação dêste dia na Guanabara fica por merecer um estudo detalhado, como exemplo de um processo de instabilidade, agravado pela presença de um maciço montanhoso.

a instabilidade ao longo do litoral à retaguarda da Frente. Em nossa área, pancadas de chuvas pesadas são intercaladas por chuvas contínuas e leves.

As 24:00 horas (TMG) — Os Ciclones Meridionais da FPA e FPP continuam ativos. Sobre o continente o aquecimento geral prosseguiu, refletindo no declínio de todo o sistema de pressão, conforme mostra a carta sinótica. Enquanto os centros de Altas se enfraquecem, a Baixa do Interior sobre o Chaco se aprofunda a 1 006 mb. A descontinuidade prossegue se diluindo no continente, enquanto que sobre o mar ela avança com pouca energia para E.

As chuvas provocadas ao longo do litoral do Brasil pelos ventos marítimos de E diminuem, inclusive em nossa área. Aí, até às 21:00 horas do Rio, ou seja, 24:00 horas TMG, embora alguns postos pluviométricos não registrassem sequer ocorrência de chuvas, podemos dizer que o dia 25 se caracterizou por precipitações generalizadas de pouca importância no Vale do Paraíba e Baixada Fluminense, porém bastante significativas nas "serras". Na encosta da serra da Mantiqueira o pluviômetro da Fazenda Agulhas Negras registrou o total máximo de 54,0 mm. Na encosta da serra dos Órgãos precipitou em Xerém 69,1 mm. Na Guanabara, enquanto na Baixada o Observatório da Praça XV marcou apenas 9,4 mm, na "serra" o pluviômetro do Alto da Boa Vista subiu a 61,2 mm.

Entretanto, mais uma vez coube a Angra dos Reis registrar a maior concentração de chuvas em 24 horas. O pluviométrico desta localidade, situado próximo à serra do Capivari, subiu ao expressivo total de 214,6 mm até às 21:00 horas do Rio. A altura da chuva nesta localidade nos dá um exemplo de um novo processo dinâmico causador de excepcional concentração de chuvas em poucas horas — o de precipitações pós-frontais causadas por ventos marítimos da massa Polar, com a superfície frontal muito afastada do local das precipitações.

Infelizmente não dispomos de elementos para conhecer a maneira pela qual esta precipitação se distribuiu no decorrer destas 24 horas. Entretanto, baseado na distribuição horária do Alto da Boa Vista e na aceleração dos ventos de componente sul, conforme a carta sinótica das 15:00 horas do Rio (18:00 horas TMG), supomos que em Angra dos Reis a maior parte daquele total tenha desabado durante as horas da tarde.

Nas áreas próximas ao reservatório de Lajes, somente Pirai e Fazenda Santana registraram totais superiores a 20 mm. Entretanto, mais uma vez lamentamos não possuir sequer informações de pluviômetros nas Serras do Capivari, Itaguçu, Itaguaí, Leandro e Caieiras, locais que teoricamente devem ter recebido chuvas abundantes neste mesmo dia.

Dia 26 de janeiro:

As 12:00 horas (TMG) — a carta indica a presença de uma WF de orientação E-W de componente N, em Santa Catarina. Sua origem se deve ao recuo para o Sul do antigo Anticiclone Polar. Se no dia anterior o estacionamento deste Anticiclone levou à FP a se dissipar, com seu recuo esta descontinuidade readquire uma rampa frontal e se dirige para o sul, acompanhando o recuo do Anticiclone Polar. A passagem desta Frente em nossa área propiciou chuvas leves e esparsas sucedidas por ventos calmos de NE da massa Tropical Marítima, trazendo ligeira melhoria no tempo.

Às 18:00 horas (TMG) — com eclosão do Ciclone Meridional, a nova FP caminha para NE com orientação quase NNW-SSE, para depois se estacionar na Patagônia. A massa Polar velha experimenta novo reforço e se divide em duas Altas. A WF da carta sinótica anterior é substituída por suas descontinuidades: uma encontra-se sobre o Rio Grande do Sul entre as duas Altas de ar polar velho; a outra está sobre nossa área, separando a Alta Polar da Alta do Atlântico Sul. Ambas são muito fracas e suas origens são determinadas mais pela oposição dos ventos do que pela diferença de densidade entre massas de ar.

No interior, de Goiás a São Paulo, forma-se uma linha de IT, com chuvas e trovoadas, principalmente no oeste paulista, ponto de junção desta depressão com a descontinuidade polar.

Às 24:00 horas (TMG) — A carta de 21:00 horas do Rio não registra nenhuma modificação importante. Os centros de Altas e Baixas permanecem praticamente nos mesmos lugares e o sistema isobárico geral em equilíbrio quase estático.

Persiste a IT sobre Goiás e as descontinuidades polares no Sul. A do Rio Grande do Sul permanece semi-estacionária. A do sudeste aparece em FL no interior, enquanto sobre o mar ela progride lentamente para NE.

Desde às 15 horas do Rio, mais ou menos, nossa área ficou sob ação de ventos de SE da descontinuidade polar, ao longo do litoral com orientação E-W.

Com a passagem da WF nas primeiras horas do dia e nova progressão para NE da KF durante a tarde e a noite, nossa área experimentou neste dia um regime de chuvas leves e esparsas, com algumas pancadas ocasionais. Entretanto, na serra dos Órgãos, Pedro do Rio atingiu os 40,4 mm e, na encosta da Mantiqueira, Visconde de Mauá e Ponte do Souza acumularam 78,4 mm e 82,2 mm respectivamente.

Nas áreas próximas ao reservatório, apenas os postos de Tocos, Vargem e Fazenda Santana registraram totais superiores a 20 mm.

Dia 27 de janeiro:

Às 12:00 horas (TMG) — Com a fusão dos dois centros de Alta polar, o Anticiclone Polar novamente se revigora com isóbara central de 1 016 mb abarcando vasta área. Com isso restabelece o desequilíbrio entre as Altas Tropicais e a Alta Polar, em favor desta. Conseqüentemente a descontinuidade polar readquire energia e avança para NE, estendendo-se do Paraguai às ilhas Órcadas, onde se apoia num Ciclone.

No sul do Brasil uma acentuada ondulação na KF dá origem a um ciclone do tipo “norueguês”, fenômeno excepcional nas latitudes médias do Brasil. Apesar da vorticidade deste ciclone ser fraco (10 nós no máximo) ele provoca chuvas e trovoadas principalmente na KF do interior. Do vórtice deste ciclone, com pressão 1 008 mb, parte uma linha de IT que se dirige para SE com orientação NE-SW, atingindo o sul de Minas Gerais às 12:00 horas TMG, devendo chegar ao Estado do Rio nas próximas horas, juntamente com a KF do ciclone do sul do Brasil.

Às 18:00 horas (TMG) — Com a oclusão do Ciclone meridional e o revigoramento da nova descontinuidade polar que se encontrava estacionada na Patagônia a FPA anterior, que se encontrava em FL sobre nossa área, desaparece, para dar lugar a nova FPA ao sul. O Anticiclone Polar também tem sua pressão aumentada em 2 mb. O aumento da pressão deste, no entanto, não é suficiente para manter a KF em FG: com a completa oclusão do Ciclone em São Paulo a KF, após avan-

çar pelo litoral de nossa área, fica semi-estacionária ao Sul da Guanabara com orientação ENW-WSE e acentuada ondulação a noroeste de São Paulo.

Em nossa área sopram ventos de SE ortogonais a Frente Polar até 20 nós, mantendo o céu quase constantemente encoberto por *nimbustratus*, *altocumulus* e *cumulunimbus*. A instabilidade persiste com chuvas esparsas e trovoadas, principalmente a oeste da nossa área. No sul do Brasil a Frente Oclusa mantém a instabilidade ao longo da fachada atlântica. Da mesma forma, uma Linha de IT partindo da Baixa Polar em São Paulo provoca chuvas e trovoadas em Goiás.

Às 24:00 horas (TMG) — A situação sinótica pouco mudou até às 21:00 horas do Rio. A nova FP avança lentamente para NE, ao sul do Estuário do Prata. A Frente Oclusa do sul do Brasil persiste induzida na antiga massa Polar, agora ligeiramente enfraquecida (menos 2 mb) pela maré barométrica. A Linha de IT que estava sobre Goiás avançou até o oeste de Minas Gerais. Entretanto, em nossa área a instabilidade se agrava nas primeiras horas da noite: a FP que se encontrava semi-estacionária ao sul da Guanabara, avançou até o norte de nossa área com pressão bastante profunda, determinando forte inclinação (1/30) da rampa frontal, através da qual sobem os ventos da massa Tropical Marítima.

Neste dia todos os postos pluviométricos de nossa área registraram chuvas, cujos totais foram mais elevados ao norte. Nos contrafortes da Mantiqueira os índices mais elevados pertenceram à Fumaça (73,4 mm) e Táboas (50,4 mm). Na encosta da serra dos Órgãos Tinguá (86,6 mm) e Xerém (44,3 mm) — êste foi de maior pluviosidade de Tinguá.

Nas áreas do reservatório de Lajes apenas os postos situados no alto curso do vale do Pirai tiveram totais importantes: Reprêsa Tocos (46,0 mm) e Vargem 47,8 mm. Os demais postos registraram totais inferiores a 20 mm.

Dia 28 de janeiro:

Às 12:00 horas (TMG) — Com o aumento de 2 mb (1 018 mb) no Anticiclone Polar, verificado durante a noite, a Frente Polar, que se encontrava semi-estacionária em nossa área, é empurrada para o norte até Minas Gerais e Espírito Santo, com orientação E-W, enquanto que sobre o oceano ela permanece orientada no sentido NW-SE.

Com a passagem da FP, nossa área ficou sob o domínio de ventos calmos de SE no litoral e de calma no interior. O céu permanece ainda completamente encoberto, porém quase que exclusivamente por nuvens altas (*cirrus* e *stratus*), cessando as chuvas.

Entretanto, após avançar até o centro de Minas Gerais, a FP começa a recuar como WF para SE, fazendo prever nova instabilidade.

Enquanto isso a nova Frente Polar avançou até o sul dos Pampas argentinos e uma FPP aparece avançando para o litoral do Chile.

Chamamos atenção para a existência, novamente, de três Frentes Polares numa mesma carta sinótica.

Às 18:00 horas (TMG) — A carta mostra que tôdas Altas Polares se fundem numa só, sobre os Pampas argentinos. Isto leva à dissipação da FPA sobre a Argentina e da FPP sobre o Chile e, conseqüentemente, a FPA anterior, que às 12:00 horas TMG recuara no interior do continente como WF, é reforçada. Assim reforçada ela avança para NE retornando a nossa área de estudo com orientação NW-SE de Mato Grosso ao Norte do mar de Weddel, onde ela se apoia em um Ciclone.

Ao sul da FP, uma depressão induzida na massa Polar caminha para E com chuvas e trovoadas em sua passagem. Ao norte da Frente, uma Linha de IT, com orientação NE-SW e componente NW, junta-se à Frente Polar, nordeste de nossa área, aí provocando chuvas muito intensas, acompanhadas de trovoadas, sob céu completamente encoberto por *cumulunimbus* até as primeiras horas da noite.

As 24:00 horas (TMG) — O forte aquecimento diurno levou ao enfraquecimento de todo o sistema de pressão, principalmente ao sul da FP. Aí, o Anticiclone Polar aparece enfraquecido com isóbara central de 1 014 mb sobre o estuário do Prata.

Com o enfraquecimento do Anticiclone, a FP deixa nossa área, ondulando-se em São Paulo. Com o recuo da FP, a Linha de IT, que às 18:00 horas TMG achava-se sobre o Estado do Rio caminhando para SE, retorna para NW, estando às 24 horas TMG em Minas Gerais, tangenciando os Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo. Em nossa área retornam os ventos de NE da massa Tropical Marítima, trazendo ligeira melhoria do tempo.

Entretanto, a proximidade da FP e da Linha de IT mantém nossa área sob regime instável e chuvas, principalmente nas áreas mais próximas do ponto de junção da IT com a FP, que neste momento acha-se no sul de Minas Gerais.

Enquanto isso, ao sul da descontinuidade polar, além da já citada queda de pressão do Anticiclone Polar, persiste no sul do Brasil a depressão induzida na Alta Polar, e o Ciclone Meridional aparece deslocado, do litoral da Antártica para o norte da ilha Georgia do Sul, na altura do paralelo 50°.

Neste dia as precipitações sobre nossa área alcançaram, em certos locais, níveis muito importantes: no setor leste subiu a 44,3 mm em Xerém. No sul, Fazenda Santana registrou 32 mm. No centro, o mais expressivo total foi de Pinheiral com 32,4 mm. Neste setor os postos das áreas próximas ao reservatório registraram totais sempre inferiores a 20 mm. No setor nordeste, Manoel Duarte assinalou 44 mm.

Os índices acima mencionados constituem volumes d'água bastante apreciáveis para precipitações em 24 horas. Porém, os grandes aguaceiros dêste dia ocorreram no setor noroeste, registrados em Ribeirão São Joaquim e na Fazenda Agulhas Negras. Na primeira localidade o nível das chuvas chegou a 85,2 mm e na Fazenda Agulhas Negras alcançou a altura de 164,0 mm. Tratam-se de postos localizados justamente na área que nas últimas horas da tarde se deu a junção da Linha de IT com a Frente Polar. Chamamos atenção para o seguinte fato: nesta noite de 28-29 permaneceu chovendo de modo intermitente, porém, para os postos do Escritório de Meteorologia, as precipitações após às 21:00 horas (24 horas TMG) são consideradas do dia 29.

Dia 29 de janeiro:

As 12:00 horas (TMG) — A FP permanece semi-estacionária em São Paulo, com orientação NW-SE e seu Ciclone Meridional está completamente ocluso.

No interior do Brasil tropical existem diversas Altas Tropicais de 1 010 mb, enquanto que sobre o oceano a Alta do Atlântico possui 1 012 mb. Separando estas Altas surgem Linhas de IT apoiadas na Baixa do Chaco. Uma destas se estende do Recôncavo Baiano ao norte de São Paulo.

Nossa área está sob calma, com céu entre 4/8 a completamente encoberto principalmente por *stratuscumulus* e chuvas leves ocasionais.

Ao Sul da Frente Polar, o Anticiclone Polar aparece com aumento de 2 mb. Na Patagônia e no litoral do Chile novas descontinuidades estão em formação.

As 18:00 horas (TMG) — O avanço da nova FP na Argentina impulsiona inicialmente os centros de Altas e Baixas para norte. A passagem da FP anterior por nossa área foi acompanhada por chuvas e trovoadas desde as primeiras horas da tarde. As 15 horas do Rio esta descontinuidade aparece estendida de Mato Grosso ao norte do Espírito Santo, com características de WF no continente e de KF no oceano. Enquanto isso intensifica-se a FG na FPP sobre o litoral do Chile, recompondo mais uma vez a continuidade do vigor de emissões de ar polar neste mês de janeiro.

As 24:00 horas (TMG) — A situação isobárica está caracterizada por um declínio médio de 2 mb para o Anticiclone Polar comparativamente às 18:00 horas TMG. Tal se deveu à maré barométrica, uma vez que a posição das frentes pouco se alterou; a FP antiga permanece estendida W-E de Goiás ao norte do Espírito Santo; o anticiclone frio persiste sobre o mar, com a borda oriental tangenciando o litoral, de São Paulo ao Uruguai; e a nova FPA e a FPP permanecem praticamente nas mesmas posições.

Em nossa área predominam ventos calmos de SE, no máximo 5 nós, o céu encoberto de 6/8 a completamente por nuvens médias de *altostratus* e *stratuscumulus* com chuvas finas e contínuas no litoral e pancadas ocasionais no interior seguidas de trovoadas, com *cumulunimbus*. Neste dia choveu em toda área, porém os totais foram geralmente insignificantes para a maior parte dos postos pluviométricos. Entretanto, a exemplo do dia anterior, grandes aguaceiros abateram-se sobre o nordeste de nossa área, principalmente na escarpa da Mantiqueira. Aí, Fumaça registrou 69,8 mm e Fazenda Agulhas Negras 139,6 mm.

Por falta de pluviógrafo não podemos saber sobre a concentração horária da pluviometria deste dia na Fazenda Agulhas Negras, porém acreditamos que sua maior parte tenha se precipitado após às 7 horas da manhã, constituindo-se numa continuação das precipitações da noite 28-29, uma vez que, como vimos, durante as horas da tarde e da noite do dia 29 a descontinuidade polar encontrava-se ao norte do Espírito Santo e nossa área apresentava uma rápida limpeza e raras precipitações. A admitir tal hipótese, o índice destes dois dias daria um total de 303,6 mm, altura superior às verificadas quando da "tromba d'água" da noite de 22 para 23 deste mês junto ao reservatório de Lajes.

Fora destas áreas de noroeste, apenas Angra dos Reis (no litoral), Tinguá (na escarpa da serra do Mar), respectivamente com 37 mm e 44 mm, tiveram chuvas importantes. Nos postos próximos ao reservatório de Lajes o índice mais elevado foi de 10,8 mm em Lídice.

Dia 30 de janeiro:

As 12:00 horas (TMG) — Ao transpor os Andes a FPP reforça a nova FPA. Com o refôrço desta emissão de ar polar, a nova FPA, sobre a Patagônia, adquire enorme dimensão, estendendo-se em sentido NW-SE do Peru ao litoral da Antártida, atingindo a Bolívia, o Chaco paraguaio e argentino e a Patagônia. Entre o litoral da Patagônia e as ilhas Falklands ela ondula-se num Ciclone, após o que atinge o mar de Weddel ao norte da Antártida, onde ela sofre nova vortacidade ciclônica.

Com êste refôrço recém-chegado através do Pacífico Sul, o velho Anticiclone Polar, que desde o dia 20 persiste sôbre o sul do Brasil, experimenta nôvo refôrço, com isóbara central de 1 014 mb. A antiga descontinuidade polar que recuara no dia anterior com WF (carta de 24 horas TMG do dia anterior), de Minas Gerais a São Paulo, ao passar por nossa área, provocou chuvas leves e esparsas durante a madrugada. Com a passagem para o sul desta WF, nossa área ficou sob ação da massa Tropical Marítima, com ligeira melhoria do tempo.

Com o posterior refôrço do Anticiclone Polar do sul do Brasil, a descontinuidade polar que estava em recuo é reativada. Por isso, na carta do dia 30 de 12:00 horas TMG (9:00 horas do Rio) a FP aparece estendida E-W do Paraguai ao litoral norte de São Paulo em FG para NE, e com a Baixa muito aprofundada (1 006 mb) sôbre o Chaco, ponto de junção desta com a nova FPA. Ao norte da descontinuidade polar aparecem diversas Altas Tropicais.

As 18:00 horas TMG — A carta mostra a FP anterior em recuo como WF estendida E-W, de Minas Gerais ao Espírito Santo, enquanto isso sôbre o oceano ela permanece em FG, com posição NW-SE. O recuo da Frente no interior decorre do enfraquecimento da massa Polar no continente, cujo Anticiclone deslocou-se ainda mais para E. A Baixa do Interior acha-se mais aprofundada sôbre o Chaco com núcleo de 1 000 mb.

Atraídos por essa intensa Baixa, os ventos são intensificados em sua direção. Ao norte da descontinuidade os ventos são de ENE, e ao sul são de ESE.

Estando a descontinuidade no Espírito Santo, em nossa área sopram ventos de ESE da massa Polar a uma velocidade de 10 a 15 nós, aumentando a instabilidade e as precipitações.

Ao norte da descontinuidade surgem várias Linhas de IT com orientação quase N-S, separando numerosos centros de Alta ligados à Alta do Atlântico Sul.

Enquanto isso a situação dinâmica na nova FPA permanece praticamente inalterada, da Patagônia para o sul. Entretanto, na região do Chaco ela vai sendo dissipada pela Baixa do Interior.

As 24:00 horas (TMG) — A situação isobárica é muito semelhante à da carta de 18:00 horas TMG. Entretanto, com a descida para a Argentina da Baixa do Interior, os ventos do Anticiclone Polar velho, em nossa área, se enfraquecem e se dirigem com menos de 5 nós para o norte em direção a FPA que ainda permanece no Espírito Santo com ventos descendentes em Altitude. Com isso o tempo em nossa área tende a estabilizar-se com rápida limpeza do céu, cuja cobertura é de 4/8 a 1/8.

Neste dia choveu por tôda *nossa área*, porém, quase sempre inferior a 20 mm em 24 horas. Êste índice foi ultrapassado apenas em Barreirinha (22,6 mm), Ribeirão São Joaquim (22,8 mm) Angra dos Reis (33,5 mm) e a encosta da serra dos Órgãos. Aí, as chuvas subiram aos níveis mais elevados dêste dia, com máximo em Tinguá (50,6 mm) e Xerém (74,7 mm).

Dia 31 de janeiro:

As cartas de 12, 18 e 24:00 horas TMG indicam uma contínua absorção do Anticiclone Polar velho pelo Anticiclone Tropical do Atlântico Sul, ou seja transformação da massa Polar que atuava no sul e sudeste do Brasil, desde o dia 20 dêste mês, em massa Tropical Marí-

tima. Entretanto, a partir das 12 horas TMG há uma ligeira tendência à instabilidade pela passagem de uma Linha de IT.

A carta de 18:00 horas TMG mostra o reaparecimento de uma descontinuidade polar, estendida do Paraguai ao norte do Espírito Santo. Esta descontinuidade frontal é resultante do seguinte: o Anticiclone Polar, como vimos na carta de 12:00 horas TMG, desaparecera do nível do mar; não obstante, ele permaneceu acima de 1 500 m sobre o oeste do Rio Grande do Sul, conforme mostra a carta de 850 mb de 12 horas TMG, com Frente Superior sobre São Paulo. Com a descida deste Anticiclone Superior para o solo, a descontinuidade retorna ao nível do mar, na carta de 18:00 horas TMG, sobre o Espírito Santo, sem energia para avançar.

Com atração da Baixa termodinâmica sobre o Chaco e da Baixa do Ciclone Meridional, esse fraco Anticiclone tende a desaparecer ao mesmo tempo que a sua descontinuidade frontal vai sendo dissipada conforme mostra a carta de 24:00 horas TMG. Enquanto isso, durante a tarde e a noite deste dia, ao norte da descontinuidade frontal, aparecem Linhas de IT semi-estacionárias em virtude do caráter também semi-estacionário da descontinuidade polar sobre Minas Gerais e Espírito Santo.

Em nossa área os ventos calmos de NE, da massa Tropical Marítima, que sopravam na parte da manhã, são, após o reaparecimento do Anticiclone Polar, substituídos por ventos do quadrante sul de até 15 nós, do Anticiclone Polar, trazendo nova instabilidade e chuvas generalizadas por toda a área. Neste dia os totais máximos ocorreram a noroeste, onde Ponte do Souza, Fumaça e Itatiaia registraram os elevados índices de 65,6 mm, 54,7 mm e 57,4 mm respectivamente. Fora destas áreas apenas Manoel Duarte com 34,0 mm merece destaque.

Nas áreas próximas ao reservatório de Lajes os totais não chegaram a 5,0 mm.

Dia 1.º de fevereiro de 1967:

Neste dia a FPA dissipa-se definitivamente e o Anticiclone semifixo do Atlântico Sul invade o interior do continente com subsidência superior que traz para nossa área ventos calmos de NE, tempo estável e limpeza do céu, conforme indica a carta sinótica de 12:00 horas TMG.

Com o retorno do tempo ensolarado termina o longo ciclo de instabilidade, com chuvas, iniciado no dia 19 de janeiro de 1967.

Enquanto isso a nova FPA, sobre o Uruguai, caminha para NE, devendo iniciar em nossa área novo ciclo de chuvas frontais, que no dia 4 de fevereiro levaria a Barra Mansa uma "tromba d'água" de 188,6 mm.

III — CONCLUSÕES SOBRE JANEIRO

- 1 — O mês de janeiro de 1967 caracterizou-se por ser excepcionalmente chuvoso.
- 2 — Suas precipitações foram, em sua grande maioria, oriundas de chuvas frontais.

3 — Estas chuvas frontais estiveram compreendidas em cinco ciclos, a saber:

- 1.^o ciclo: de 30 de dezembro de 1966 a de 2 de janeiro de 1967.
- 2.^o ciclo: de 4 a 7 de janeiro.
- 3.^o ciclo: de 9 a 12 de janeiro.
- 4.^o ciclo: de 16 a 17 de janeiro.
- 5.^o ciclo: de 19 a 31 de janeiro.

4 — *Causas das precipitações entre os dias 19 e 31 de janeiro de 1967*

O ciclo de precipitações que se abateu sobre nossa área de estudos a partir do dia 19 tem como causa direta a invasão de um poderoso Anticiclone Polar no sul do Brasil, com isóbara central oscilando em torno de 1 020 mb. Graças ao vigor das emissões de ar antártico este Anticiclone pôde ser reabastecido por sucessivos jatos de ar frio através da artéria oceano Pacífico — Chile — Patagônia. Assim, frequentemente renovado, o Anticiclone Polar pôde manter-se vigoroso, conservando sua isóbara central entre 1 020 e 1 024 mb durante vários dias, deslocada sobre o mar; isto é, com posição marítima. O movimento pendular N-S e W-E do núcleo do Anticiclone Polar, a expansão ou contração de sua isóbara central ou a oscilação de sua pressão, tornou possível a manutenção de sua descontinuidade polar durante vários dias cêrca de nossa área.

A oscilação destes elementos em equilíbrio ou desequilíbrio com as Altas Tropicais do interior do continente e do oceano, propiciou, à descontinuidade polar, constantes mutações em propriedades e estrutura: ora em FG ela avançava como KF ora em recuo como WF ou ainda nela se iniciava um processo de dissipação (FL) por aquecimento pré-frontal ou deslocamento excessivo do Anticiclone Polar para o oceano Atlântico. Todo este desdobramento, quase cíclico, era ainda acompanhado por sucessivas invasões de depressões induzidas na massa Tropical (Linhas de IT), em simetria com as ondulações verificadas, algumas vèzes, na Frente Polar, as quais, encontrando-se com a superfície frontal da FP, concorria para aprofundar sua Baixa frontal, chegando mesmo, em certas ocasiões, a criar um profundo centro de Baixa, imediatamente à frente da descontinuidade polar, levando consequentemente ao fortalecimento do gradiente barométrico com componentes voltadas para nossa área ou para sua proximidade.

Por tudo isso nossa área permaneceu por vários dias com tempo instável, céu quase completamente encoberto e chuvas esparsas ou generalizadas, contínuas ou ocasionais, leves ou pesadas.

5 — *Os ocasionais aguaceiros que se abateram em nossa área durante aqueles dias foram determinados por diversas causas que agiram simultâneamente em interações parciais.*

- a) aumento brusco da inclinação da rampa frontal;
- b) aprofundamento da Baixa Polar;
- c) aumento da velocidade do vento polar na superfície, e do ar quente e úmido do Anticiclone Tropical semifixo do Atlântico Sul, em ascensão na rampa da Frente Polar;
- d) oposição das componentes dinâmicas no sentido perpendicular à linha de separação (linha de descontinuidade frontal) em ambas as massas de ar (massas Polar e Tropical).

6 — *Descrição das precipitações relativas ao último ciclo de chuvas do mês de janeiro de 1967.*

O dia 18 se caracterizou por chuvas intensas no setor noroeste de nossa área, onde destacaram-se os postos de Pedra Selada e Ribeirão São Joaquim (encosta da Mantiqueira). Fora dêste setor nenhum outro pôsto pluviométrico registrou índice importante, e em muitos nem ocorreu precipitação.

No dia 19 (início do grande ciclo), embora não fôsse muito chuvoso, nos setores noroeste e norte de nossa área ocorreram chuvas intensas muito localizadas: em Itatiaia (vale do Paraíba) e em Santa Isabel (encosta da Mantiqueira), neste principalmente.

No dia 20, embora chovesse de modo generalizado em toda área de estudo, precipitações abundantes aconteceram no setor noroeste, com máximas em Fumaça, Pedra Selada (Mantiqueira) e Resende (vale do Paraíba).

Fora dêste setor, precipitações abundantes ocorreram apenas de modo muito localizado: Táboas a nordeste, Pinheiral no centro e Angra dos Reis a sudoeste. Mesmo assim, com totais bem menos importantes daqueles do setor noroeste.

No dia 21, a distribuição espacial das chuvas apresentou um quadro muito semelhante. O setor noroeste foi ainda o mais atingido, porém com valores um pouco menos expressivos. O setor nordeste, ainda mais uma vez, aparece em 2.^o plano. Os setores central e sul tiveram chuvas insignificantes, não chegando mesmo a chover em vastas áreas.

No dia 22 as chuvas mais importantes são deslocadas para o setor central de norte a sul, mas principalmente do centro para o sul até o litoral. Trata-se, como vimos, da já referida "tromba d'água" que se abateu cerca do reservatório de Lajes na noite de 22-23. Neste dia as chuvas foram insignificantes fora dêste setor.

Entretanto, lembramos que nas últimas horas dêste dia, ou seja, após as 21:00 horas do Rio, chuvas também abundantes ocorreram no setor sul (Litoral) e este (serra dos Órgãos). Porém como nestes setores os postos pluviométricos pertencem ao Escritório de Meteorologia, aquelas precipitações são consideradas como pertencentes ao dia 23.

O dia 23 representa aquele em que a distribuição das chuvas em nossa área foi melhor distribuída, havendo chuvas abundantes em quase toda ela. Ao setor noroeste retornaram as fortes chuvas. No setor central, não obstante as precipitações fôsem incomparavelmente inferiores as do dia anterior, ainda se verificaram totais elevados. No setor sudeste, da serra dos Órgãos para o sul, se verificaram as primeiras chuvas intensas dêste ciclo de chuvas. Porém os mais expressivos aguaceiros ocorreram ao longo do setor sul. Aí, o Alto da Boa Vista, Ponte do Guandu e Angra dos Reis registraram os máximos dêste dia.

O pôsto de Angra dos Reis registrou neste dia a maior altura de chuvas em 24:00 horas, não apenas dêste ciclo, mas de todo o mês de janeiro de 1967, em toda nossa área de estudo.

No dia 24 os setores este e sul foram os mais bem regados por chuvas. A este, as chuvas subiram a quase 80 mm em Táboas e Xerém, enquanto que em Ponte do Guandu e Alto da Boa Vista elas ultrapassaram essa cifra. Neste último pôsto pluviométrico as águas alcançaram ao nível máximo dêste dia, verificando-se uma autêntica "tromba d'água" de quase 200 mm.

Fora dêstes setores, apenas Pirai e Lídice no setor central e Ribeirão São Joaquim, no norte, registraram totais superiores a 20 mm. Nos demais postos os índices foram de pouca importância ou inexistentes.

No dia 25, embora houvesse chuvas generalizadas, os setores este e oeste foram nitidamente os mais pluviosos, principalmente nas serras e suas proximidades. Em Angra dos Reis verificou-se nova "tromba d'água" que ultrapassou 200 mm.

No dia 26, com chuvas generalizadas por toda região, o setor noroeste mais uma vez se destaca tendo aí, em Ponte do Souza, ultrapassado os 80 mm.

No dia 27 há um sensível declínio pluviométrico para a região. Porém, na Mantiqueira e na serra dos Órgãos os máximos de Fumaça e Tinguá estiveram em torno de 80 mm.

O dia 28 apresentou uma pluviosidade semelhante a do dia anterior, ou seja com maior pluviometria na serra dos órgãos (setor este) e na encosta da Mantiqueira (setor norte). Entretanto, neste dia, enquanto a precipitação declinou sensivelmente na serra dos Órgãos, na Mantiqueira ela subiu a níveis dos mais elevados deste mês, principalmente a oeste. Aí, Ribeirão São Joaquim assinalou mais de 80 mm e Fazenda Agulhas Negras foi palco de uma autêntica "tromba d'água" de mais de 160 mm.

No dia 29 prosseguiram as chuvas do dia anterior. Na serra dos Órgãos e Mantiqueira, embora as precipitações declinassem sensivelmente, elas alcançaram valores muito importantes, principalmente na Mantiqueira, onde Fazenda Agulhas Negras com cerca de 140 mm reforça a referida "tromba d'água" da noite de 28/29.

No dia 30 os máximos se deslocam para este, onde a encosta da serra dos Órgãos foi cenário de novos e violentos aguaceiros, que em Xerém ultrapassaram 70 mm.

No dia 31 não houve chuva em muitas áreas, porém o setor noroeste ainda se caracterizou por intensas chuvas, quer no vale do Paraíba, onde Itatiaia registrou quase 60 mm, quer na Mantiqueira, onde Ponte do Souza ultrapassou 60 mm.

Dêste sumário, é fácil perceber que as "serras" do Mar e da Mantiqueira, incluindo suas proximidades, se constituíram nas áreas mais chuvosas, enquanto o Vale do Paraíba e a Baixada Fluminense foram sensivelmente menos pluviosas.

A distribuição da precipitação neste período, como de resto em todo mês de janeiro de 1967 está, aliás, em perfeita concordância com a repartição da pluviosidade nos anos mais chuvosos ou menos chuvosos; com as normais do ano e com o total dos 6 meses sucessivos mais chuvosos.

7 — Êste mês caracterizou-se, sobretudo, por um grande número de chuvas que se notabilizaram por *fortes concentrações /horas*.

a) *Concentração/24 horas*.

Nada menos de 33 vezes foram registradas precipitações cujo total em 24 horas foi superior a 80 mm assim distribuídas.*

1 vez	—	no 2. ^o	ciclo de chuvas frontais;
10 vezes	—	no 3. ^o	" " " "
2 vezes	—	no 4. ^o	" " " "
20 vezes	—	no 5. ^o	" " " "

* Cada vez, refere-se uma vez por cada posto pluviométrico que apresentou êste registro.

Destas precipitações, 22 apresentaram concentrações em 24:00 horas superiores a 100 mm assim distribuídas:

6 vezes — no 3.^o ciclo;
 1 vez — no 4.^o "
 15 vezes — no 5.^o "

Destas, 9 ultrapassaram os 150 mm e estiveram assim distribuídas:

1 vez — no 3.^o ciclo
 8 vezes — no 5.^o "

Destas, 4 elevaram-se acima de 200 mm — tôdas no 5.^o ciclo.
 Para maiores informações veja a tabela que se segue.

TOTAIS > 80 mm em 24 horas

Dia 7	— Observatório da Praça XV	— 84,4 (2. ^o ciclo)
" 9	— Usina Santa Cecília	— 113,2 (3. ^o ")
" 10	— Barra do Pirai	— 108,0 (" ")
" 11	— Floriano	— 82,2 (" ")
" 11	— Vargem	— 97,0 (" ")
" 11	— Vigário	— 98,2 (" ")
" 11	— Reprêsa Tocos	— 102,6 (" ")
" 11	— Ipê	— 132,0 (" ")
" 11	— Lajes	— 144,8 (" ")
" 11	— Fazenda Santa Rosa	— 160,8 (" ")
" 12	— Pirai	— 90,5 (" ")
" 15	— Fazenda Santana	— 136,8 (4. ^o ")
" 17	— Itatiaia	— 81,0 (" ")
" 20	— Resende	— 96,8 (5. ^o ")
" 20	— Pedra Selada	— 107,6 (" ")
" 20	— Fumaça	— 143,2 (" ")
" 22	— Lídice	— 108,2 (" ")
" 22	— Vigário	— 133,8 (" ")
" 22	— Vargem	— 136,2 (" ")
" 22	— Pirai	— 145,2 (" ")
" 22	— Fazenda Lapa	— 167,0 (" ")
" 22	— Lajes	— 218,4 (" ")
" 22	— Ipê	— 225,0 (" ")
" 22	— Fazenda Santa Rosa	— 275,0 (" ")
" 23	— Alto da Boa Vista	— 90,2 (" ")
" 23	— Angra dos Reis	— 285,6 (" ")
" 24	— Ponte do Guandu	— 80,2 (" ")
" 24	— Alto da Boa Vista	— 177,0 (" ")
" 25	— Angra dos Reis	— 214,6 (" ")
" 27	— Tinguá	— 86,6 (" ")
" 28	— Ribeirão São Joaquim	— 85,2 (" ")
" 28	— Fazenda Agulhas Negras	— 164,0 (" ")
" 29	— Fazenda Agulhas Negras	— 139,6 (" ")

b) Concentração/48 horas

Alguns postos que não atingiram mais de 80 mm em 24:00 horas, com o decorrer das horas do dia seguinte ultrapassaram essa cifra. Portanto, o número de postos que em 48 horas registraram totais superiores a 80 mm é um pouco maior, atingindo a 43.

Isto significa que, dos 51 postos, apenas 8 não atingiram 80 mm/48 horas. Dêstes, no entanto, todos estiveram acima de 60 mm.

Eis as conclusões das maiores concentrações/48 horas de precipitação pluviométrica neste mês.

Os 43 postos que registraram concentração/hora superior a 80 mm estiveram assim distribuídos:

Totais > 80 mm

4 postos no 2.^o ciclo de chuvas frontais
 20 " " 3.^o " " " "
 3 " " 4.^o " " " "
 23 " " 5.^o " " " "
 1 pôsto fora de qualquer ciclo (chuvas de IT)

Dêstes postos 33 apresentaram totais que ultrapassaram — 100 mm, assim distribuídos:

Totais > 100 mm

2 postos no 2.^o ciclo
 8 " " 3.^o "
 1 pôsto " 4.^o "
 22 postos " 5.^o "

Dêstes, 13 acumularam mais de 150 mm, sendo:

1 pôsto no 3.^o ciclo
 12 postos no 5.^o ciclo

Dêstes, 7 postos apresentaram no 5.^o ciclo totais superiores a 200 mm. Dêstes 7, apenas 1 não ultrapassou os 250 mm, e 3 chegaram a níveis superiores a 300 mm.

Todos êstes índices podem ser observados no mapa "Concentração Máxima" em 48 horas consecutivas (fig. 27). Não obstante, para maiores informações, apresentamos a tabela abaixo:

As maiores concentrações/48 horas durante o mês de janeiro de 1967.

1 - Pedro do Rio.....	61,4	6-7/jan.	2. ^o ciclo
2 — Nhangapi.....	64,7	10-11/jan.	3. ^o »
3 — Pentagna.....	65,3	10-11/jan.	3. ^o »
4 — Barreirinha.....	65,9	23-24/jan.	5. ^o »
5 — Valença.....	68,0	10-11/jan.	3. ^o »
6 — Araras.....	71,0	13-14/jan.	Fora do ciclo
7 — Barra Mansa (D.A.).....	77,6	11-12/jan.	3. ^o ciclo
8 — Volta Redonda (L).....	79,6	11-12/jan.	3. ^o »
9 — Itatiaia (D.A.).....	81,6	16-17/jan.	4. ^o »
10 — Santa Isabel.....	84,4	19-20/jan.	5. ^o »
11 — Itatiaia (L).....	85,0	16-17/jan.	4. ^o »
12 — Fazenda São Francisco.....	86,4	9-10/jan.	3. ^o »
13 — Barra Mansa (L).....	86,8	10-11/jan.	3. ^o »
14 — Vassouras (D.A.).....	88,4	12-13/jan.	3. ^o »
15 — Vassouras (E.M.).....	88,4	12-13/jan.	3. ^o »
16 — Santa Cecília.....	90,6	10-11/jan.	3. ^o »
17 — Conservatória.....	92,5	10-11/jan.	3. ^o »
18 — Táboas.....	94,8	4- 5/jan.	2. ^o »
19 — Volta Redonda.....	97,2	11-12/jan.	3. ^o »
20 — Pinheiral.....	100,2	12-13/jan.	3. ^o »
21 — Ribeirão São Joaquim.....	102,0	11-12/jan.	3. ^o »
22 — São Pedro.....	103,7	6- 7/jan.	2. ^o »

23 — Tinguá.....	104,2	27-28/jan.	5.º ciclo
24 — Ponte do Souza.....	104,4	20-21/jan.	5.º »
25 — Floriano.....	106,2	11-12/jan.	3.º »
26 — Visconde de Mauá.....	108,4	26-27/jan.	5.º »
27 — Manoel Duarte.....	109,1	10-11/jan.	3.º »
28 — Fazenda Pau D'Alho.....	110,2	9-10/jan.	3.º »
29 — Xerém.....	111,9	24-25/jan.	5.º »
30 — Vargem Alegre.....	113,0	22-23/jan.	5.º »
31 — Resende (E.M.).....	117,7	20-21/jan.	5.º »
32 — Resende (D.A.).....	117,7	20-21/jan.	5.º »
33 — Observatório da Praça XV.....	122,8	6- 7/jan.	2.º »
34 — Lídice.....	125,5	22-23/jan.	5.º »
35 — R. Tocos.....	129,2	11-12/jan.	3.º »
36 — Fazenda Santana.....	136,8	15-16/jan.	4.º »
37 — Vargem.....	142,6	22-23/jan.	5.º »
38 — Barra do Pirai.....	149,0	10-11/jan.	3.º »
39 — Ponte do Guandu.....	154,2	23-24/jan.	5.º »
40 — Usina Santa Cecília.....	156,0	9-10/jan.	3.º »
41 — Vigário.....	158,2	22-23/jan.	5.º »
42 — Pirai.....	158,8	21-22/jan.	5.º »
43 — Pedra Selada.....	167,6	20-21/jan.	5.º »
44 — Fumaça.....	188,0	20-21/jan.	5.º »
45 — Fazenda Lapa.....	218,2	22-23/jan.	5.º »
46 — Lajes.....	261,2	22-23/jan.	5.º »
47 — Ipê.....	264,0	22-23/jan.	5.º »
48 — Alto da Boa Vista.....	267,2	23-24/jan.	5.º »
49 — Fazenda Agulhas Negras.....	303,6	28-29/jan.	5.º »
50 — Fazenda Santa Rosa.....	321,0	22-23/jan.	5.º »
51 — Angra dos Reis.....	236,2	23-24/jan.	5.º »

Finalmente, o exame destas tabelas e dos pluviogramas das figuras 24 e 25 nos podem conduzir a uma série de diagnósticos importantes, dentre os quais destacamos:

a) com exceção do pôsto de Araras, situado na encosta a sota-vento da “serra” dos Órgãos, os demais postos pluviométricos de nossa área de estudo tiveram, neste mês de janeiro, suas maiores concentrações/hora de chuvas por ocasião de situações dinâmicas frontogenéticas.

b) as mais significativas concentrações de chuvas em 24 e 48 horas ocorreram quando vigorosa descontinuidade polar permanecia semi-estacionária em nossa área, com Anticiclone Polar de posição marítima; com a Baixa do Chaco muito aprofundada e deslocada para este; com forte gradiente barométrico dirigido para a descontinuidade Polar; com oposição perpendicular dos ventos quentes e frios ao longo da descontinuidade polar, com rampa frontal muito inclinada.

c) As chamadas “trombas d’água” que se abateram sôbre nossa área nesse mês acorreram nas serras e suas proximidades. Essas “trombas d’água” fizeram precipitar:

Em 24 horas — cerca de 200 mm em alguns locais e quase 300 mm em outros.

Em 48 horas — cerca de 260 mm em alguns locais, e mais de 320 mm em outros.

d) A elevadíssima concentração em 24:00 horas do aguaceiro da noite de 22-23, nas áreas próximas ao reservatório de Lajes, não foi nesse mês exclusiva desta área, nem mesmo a mais elevada. Em Angra dos Reis, naquela mesma noite, registrou-se uma altura semelhante.

e) Da mesma forma podemos dizer em relação à concentração em 48 horas. Aquêles índices do reservatório de Lajes foram igualados por Angra dos Reis em época idêntica, e por Fazenda Agulhas Negras 1 dia após.

f) Quanto à concentração em 72 horas em Angra dos Reis, durante os dias 23-24-25, acumulou-se um volume d’água de 540,8 mm —

total éste incomparavelmente superior ao verificado nos postos próximos ao reservatório de Lajes durante o mesmo período.

g) Para se ter uma idéia mais objetiva da importância destas “trombas d’água”, isto é, dos enormes volumes d’água que as caracterizam, façamos uma comparação entre suas alturas de chuvas e a precipitação média do mês em que elas ocorreram (janeiro).

Atribuindo à *normal* de janeiro o índice 100 chegamos aos seguintes fatos:

— enquanto a *normal* de janeiro da Fazenda Santa Rosa é de 200,4 mm, durante a noite de 22-23 de janeiro de 1967 precipitou-se nesta localidade 275,0 mm, ou seja 35% a mais que o total médio deste mês, uma vez que o índice dessa noite foi de 135;

— da mesma forma, enquanto a *normal* de Angra dos Reis é de 241,1 (índice 100), no dia 23 a precipitação acusou 285,6 (índice 118), ou seja 18% a mais que a *normal* desse mês. Ao somarmos as precipitações deste posto, dos dias 23-24-25 (total: 540,8 mm), verificamos que o total atinge o índice de 137, ou seja um valor correspondente a 37% sobre a *normal*.

— Superior à *normal* de janeiro é também o total precipitado na Fazenda Agulhas Negras durante os dias 27 e 28. Enquanto a *normal* desta localidade é de 297,7 mm, nesses dois dias a precipitação pluviométrica atingiu a 303,6 mm, com índice 102, ou seja, 2% acima do total médio mensal.

Esta equivalência, ou mesmo, em certos casos, superioridade dos totais pluviométricos de poucas horas em relação ao total médio do mês de sua ocorrência é, aliás, uma característica dos fortes aguaceiros de verão nas áreas serranas da região Sudeste do Brasil. Este fato exprime muito bem o caráter extremamente irregular do regime de chuvas desta região, em geral, e das suas áreas serranas, em particular.

Escolhemos para exemplificar este caráter os totais dos aguaceiros de maior concentração/hora do mês de janeiro de 1967. Entretanto, muitos outros exemplos semelhantes podem ser observados comparando os pluviogramas diários, figs. 24 e 25, com as normais de janeiro.

Conclusões Gerais

1) Para melhor compreender as precipitações pluviométricas da noite de 22/23 de janeiro de 1967 na serra das Araras e imediações, torna-se indispensável conhecer os processos de pluviosidade da Região Sudeste do Brasil.

2) A Região Sudeste é, como a Amazônia, uma das regiões brasileiras de mais elevada pluviometria anual. Entretanto, diferem-se pela distribuição espacial e pela irregularidade no tempo.

3) Sua posição na borda oriental do continente sul-americano (perto do trópico) e sua orografia, associadas aos fatores dinâmicos da atmosfera, criam as condições necessárias a intensas precipitações, especialmente em nossa área de estudo.

4) Na Região Sudeste, a altura das precipitações, quando comparadas de um ano para outro, isto é, o desvio pluviométrico, é tão notável que tornam os índices baseados em *normais* uma mera caricatura da realidade.

5) As *normais* indicam, no entanto, com absoluta precisão a tendência geral da distribuição espacial das precipitações. Em nossa área de estudo tanto os valores *normais* como os dos anos muito ou pouco

chuvosos têm um sensível declínio de precipitações de WSW-ENE (determinado pelos fatores dinâmicos — fator regional), sendo tanto mais importantes nas serras do Mar e da Mantiqueira e menos significativos no Vale do Paraíba do Sul e na Baixada Fluminense (influência da topografia — fatores locais).

6) O regime anual dessas precipitações se caracteriza pela notável concentração em determinada época do ano. Enquanto o trimestre de inverno é pouco chuvoso ou seco, no semestre de “verão” (outubro a março) as chuvas são freqüentes e muitas vezes intensas. Este fato é tanto mais notável nos anos muito chuvosos.

7) Nos verões muito chuvosos, o trimestre de janeiro — fevereiro — março ou dezembro — janeiro — fevereiro não refletem importante concentração pluviométrica em termos de porcentagem em relação ao ano, mas exprimem um grande volume d’água precipitado que, certamente, é acompanhado de inúmeras consequências físicas e sociais.

8) A irregularidade do regime de chuvas é uma consequência da irregularidade dos sistemas atmosféricos: as chuvas na Região Sudeste do Brasil são uma consequência direta da invasão do Anticiclone de origem subpolar. O maior ou menor vigor de emissões de ar polar no verão, mantendo por vários dias a descontinuidade polar sobre esta região, com Anticiclone Polar de posição marítima, constituem o condicionamento fundamental das flutuações pluviométricas. Os meses de verão de 1950 e os de 1954 são representativos daquelas flutuações dinâmicas responsáveis pelos desvios pluviométricos positivos e negativos, respectivamente.

9) Tais verões são caracterizados não apenas por um elevado número de ocorrência diária de chuvas, mas ainda por intensos aguaceiros de notável concentração/hora.

10) Outro verão muito chuvoso foi o de 1966/67. De outubro de 1966 a abril de 1967 a Região Sudeste, especialmente a suas áreas serranas, recebeu chuvas com bastante freqüência, cujos totais ultrapassaram em muito os valores médios indicados pela *normal*. Dêstes meses sobressai o de janeiro, caracterizado não apenas por chuvas muito freqüentes, mas principalmente por numerosos aguaceiros, dentre os quais aquele desabado sobre as áreas serranas vizinhas do reservatório de Lajes na noite de 22/23.

11) Entretanto, a referida precipitação de Lajes não constitui uma anomalia, nem mesmo um acontecimento extraordinário, como alguns pretendem atribuí-la. O único caráter extraordinário que ela possa possuir se deve a repercussão que produziu, pela suas graves consequências. No semestre de “verão” de 1966/67 as áreas serranas do Sudeste do Brasil, e suas proximidades se constituíram em um vasto palco onde esteve freqüentemente presente intensos aguaceiros, principalmente no mês de janeiro. Neste mês, inúmeros aguaceiros, alguns até se constituindo em verdadeiras “trombas d’água”, ocorreram em diversos locais dessas áreas, como vimos (lembramos que os referidos aguaceiros que aparecem nos pluviogramas diários de dezembro de 1966 e janeiro de 1967 não representam os intensos aguaceiros precipitados em toda região serrana do Sudeste, e sim de sua maior parte).

Além das numerosas precipitações de forte concentração/hora registrados e assinalados por nós no transcurso deste trabalho, daremos a seguir informações sobre diversos aguaceiros semelhantes na Região Sudeste, registrados pelo Escritório de Meteorologia e publicados nos Boletins do Observatório do Rio de Janeiro daquele órgão oficial entre 1910 a 1933.

No Estado do Rio de Janeiro

Totais > 90,0 mm/24 horas:

Castelhanos	22/ 3/911	117,5 mm
"	20/ 4/911	114,1 mm
"	18/ 3/912	165,7 mm
Petrópolis	1/ 1/913	101,5 mm
Castelhanos	15/11/913	122,6 mm
Petrópolis	11/ 2/913	170,9 mm
Castelhanos	11/ 4/913	161,7 mm
Macaé	19/12/913	105,6 mm
Pinheiral	11/ 2/914	102,2 mm
São Pedro	19/ 4/914	132,0 mm
Resende	1/ 2/918	129,1 mm
Sítio da Batalha	5/ 4/918	125,5 mm
" " "	24/11/918	106,8 mm
São Pedro	24/11/918	108,2 mm
Rio D'Ouro	24/11/918	147,3 mm
Alto da Serra (Mun. de Petrópolis)	12/ 1/922	112,2 mm
Tocos	6/ 3/922	110,5 mm
Santa Bárbara (Mun. de Campos)	26/ 3/922	102,6 mm
Campos	10/ 3/922	102,7 mm
Teresópolis	31/ 3/922	249,3 mm
Alto da Serra	31/ 3/922	255,3 mm
Santana (Mun. Macaé)	11/ 4/922	115,3 mm
Teresópolis	2/ 5/922	172,0 mm
Alto da Serra	27/ 5/922	295,6 mm
Macaé	27/ 5/922	234,7 mm
Tai (Mun. Campos)	27/ 5/922	152,4 mm
Campos	24/ 9/922	234,7 mm
Teresópolis	11/11/922	149,0 mm
Triunfo	13/11/922	129,5 mm
Alto da Serra	12/12/922	295,6 mm
Alto Itatiaia	29/12/922	119,5 mm
Nova Friburgo	29/12/922	94,5 mm
Miguel Pereira	11/ 1/923	145,0 mm
Teresópolis	11/ 1/923	149,0 mm
"	1/ 2/923	101,7 mm
Vargem	6/ 3/923	92,8 mm
Morro Redondo (Tocos)	19/ 3/923	97,5 mm
Teresópolis	29/ 5/923	132,0 mm
Alto Itatiaia	6/ 1/924	91,6 mm
Cachoeiras	8/ 1/924	121,9 mm
Cabo São Tomé	15/ 1/924	218,4 mm
Cabo Frio	18/ 1/924	152,0 mm
Areal (Mun. de Petrópolis)	18/ 1/924	121,9 mm
Paulo de Frontin	19/ 1/924	103,0 mm
Macaé	20/ 1/924	120,6 mm
Mendes	1/ 2/924	107,0 mm
Paulo de Frontin	1/ 2/924	116,0 mm
Triunfo	1/ 2/924	113,3 mm
Areal	10/ 2/924	129,5 mm
Angra dos Reis	10/ 2/924	98,2 mm
Alto Itatiaia	12/ 2/924	95,6 mm
Cachoeiras (Mun. Cachoeira de Macacu)	12/ 2/924	168,4 mm
Alto da Serra	13/ 2/924	90,7 mm

Macaé	13/ 2/924	114,3 mm
Barra do Itabapoana	14/ 2/924	97,6 mm
Niterói	4/ 4/924	230,4 mm
Barra do Itabapoana	25/ 5/924	110,4 mm
Alto da Serra	30/ 7/924	113,3 mm
Miguel Pereira	8/12/924	100,0 mm
Campos	29/12/924	97,0 mm
Rio D'Ouro	1/932	110,7 mm
Xerém	1/932	90,3 mm
Alto Itatiaia	2/932	92,0 mm
São João Marcos	3/932	90,4 mm
Xerém	3/932	132,0 mm
"	4/932	123,6 mm
"	5/932	95,6 mm
São Pedro	5/932	144,4 mm
Barra do Itabapoana	1/933	109,0 mm
Campos	1/933	98,0 mm
"	2/933	103,0 mm
Petrópolis	3/933	114,2 mm
São Pedro	11/933	92,6 mm
Vassouras	12/933	107,6 mm
Xerém	12/933	170,4 mm
São Pedro	12/933	208,8 mm
Rio D'Ouro	12/933	234,7 mm

No Estado de São Paulo

Totais > 90,0 mm/24 horas:

Santos	18/ 3/910	165,6 mm
"	24/11/910	115,5 mm
Bom Abrigo	13/ 2/912	181,4 mm
" "	22/ 2/912	183,0 mm
" "	11/ 3/912	172,2 mm
Santos	24/11/918	115,5 mm
Cananéia	8/ 1/922	114,7 mm
Santos	19/ 1/922	179,0 mm
Santos	24/11/922	93,4 mm
São Simão	29/12/922	98,0 mm
Piaçaguera	21/ 1/923	226,1 mm
Santos	22/ 1/923	136,8 mm
Cananéia	19/ 2/923	100,9 mm
Alto da Serra (Próximo a Parana- piacaba)	7/ 3/923	157,5 mm
Piaçaguera	7/ 3/923	325,1 mm
Santos	8/ 3/923	179,5 mm
Alto da Serra	28/ 6/923	116,8 mm
Santos	15/ 9/923	120,5 mm
Jundiá	5/ 1/924	110,0 mm
Piassaguera	8/ 1/924	119,4 mm
"	17/ 1/924	119,4 mm
Una	22/ 1/924	96,0 mm
Alto da Serra	31/ 1/924	144,8 mm
Cananéia	31/ 1/924	162,0 mm
Bandeirantes	10/ 2/924	112,9 mm
São José do Barreiros	10/ 2/924	98,4 mm
Alto da Serra	2/ 4/924	104,1 mm
" " "	29/ 9/924	101,6 mm

São Simão	8/11/924	98,3 mm
Alto da Serra	8/12/924	104,1 mm
Santos	2/932	154,8 mm
"	3/932	186,0 mm
Piquete	12/932	94,1 mm

No Estado de Minas Gerais

Totais > 90,0 mm/24 horas:

Montes Claros	3/ 1/910	123,7 mm
"	22/ 1/912	101,4 mm
Lavras	4/ 1/913	96,0 mm
Recreio	14/ 2/922	101,6 mm
Morro Velho	3/ 3/922	109,0 mm
Espera Feliz	29/ 5/922	162,6 mm
Santa Luzia do Carangola	6/10/922	111,8 mm
Ponte Nova	26/10/922	127,0 mm
Saúde	26/10/922	121,2 mm
Volta Grande	19/11/922	101,6 mm
Pôrto Nôvo do Cunha	29/11/922	116,8 mm
Miraí	24/ 3/923	104,1 mm
Alto da Serra	29/ 5/923	155,2 mm
"	11/11/923	215,9 mm
Espera Feliz	26/11/923	101,6 mm
Manhuaçu	26/11/923	101,6 mm
Alto da Serra	9/12/923	127,0 mm
Pedro Leopoldo	1/ 1/924	140,0 mm
Sossêgo	13/ 1/924	99,1 mm
Morro Velho	18/ 1/924	146,6 mm
Sabará	19/ 1/924	115,0 mm
Cataguazes	19/ 1/924	101,6 mm
São Geraldo	19/ 1/924	152,4 mm
Recreio	20/ 1/924	127,0 mm
Mariano Procópio	31/ 1/924	133,0 mm
Juiz de Fora	1/ 2/924	112,0 mm
Mariano Procópio	10/ 2/924	127,0 mm
Bicas	10/ 2/924	92,0 mm
Miraí	20/ 2/924	101,8 mm
Cataguazes	22/ 2/924	114,3 mm
São Geraldo	27/ 2/924	109,2 mm
Juiz de Fora	23/ 3/924	90,2 mm
Teófilo Otoni	1/932	108,7 mm
São Lourenço	1/932	105,0 mm
Rio Branco	1/933	96,5 mm
Palmeira	3/933	91,0 mm

Estado do Espírito Santo

Totais > 90,0 mm/24 horas:

Ilha do Francês (Mun. de Piúna)	22/12/912	113,6 mm
Ilha do Francês (Mun. de Piúna)	10/ 1/913	98,6 mm
Rio Dôce	18/ 8/913	94,0 mm
São Mateus	11/932	123,1 mm
"	1/933	108,9 mm
"	9/933	90,3 mm

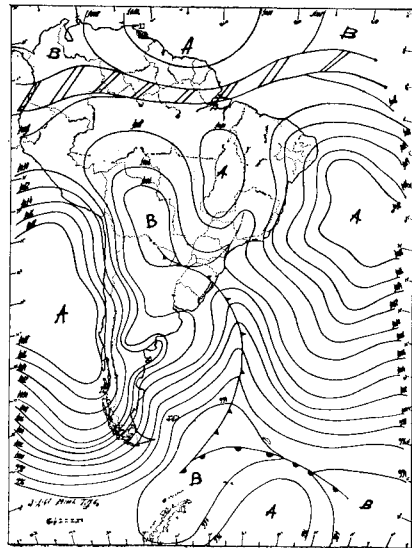
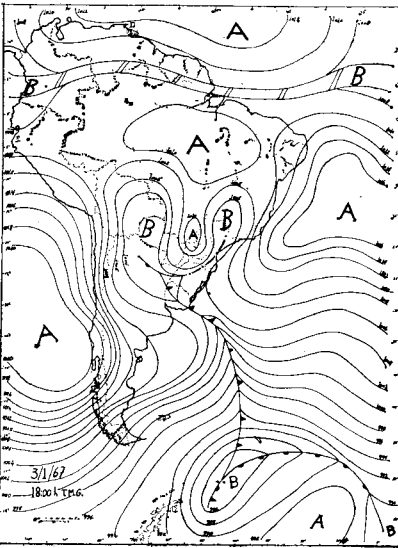
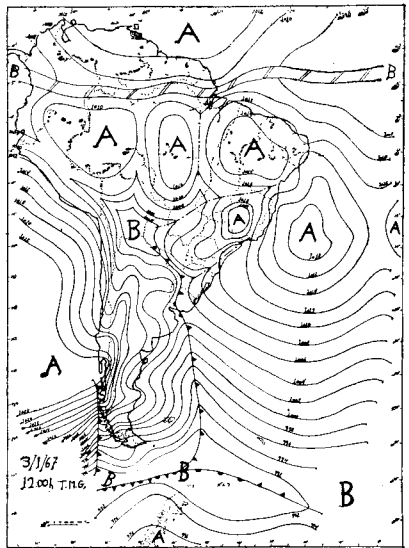
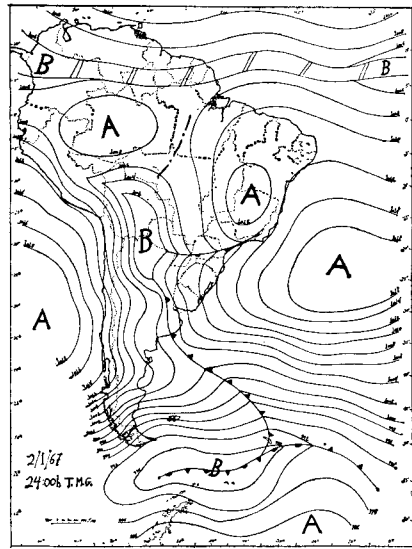
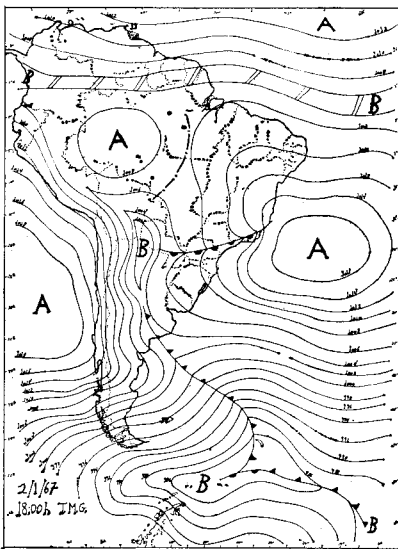
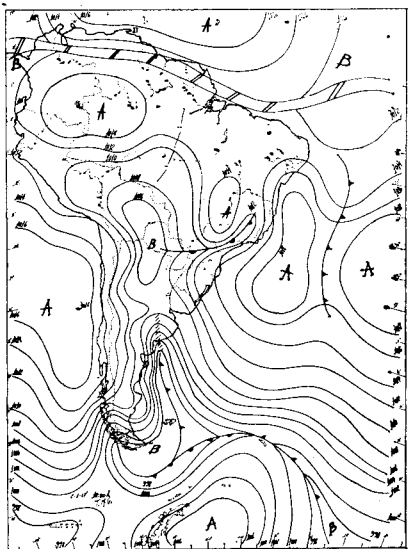
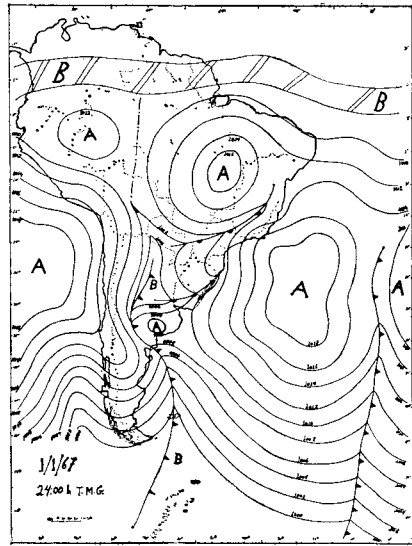
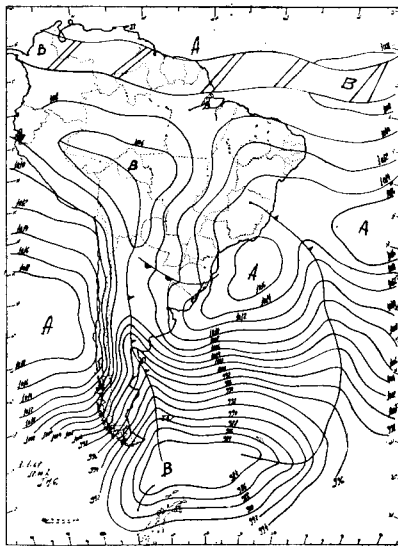
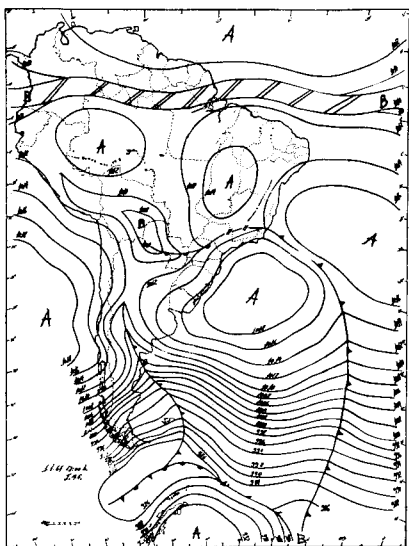
No Estado da Guanabara

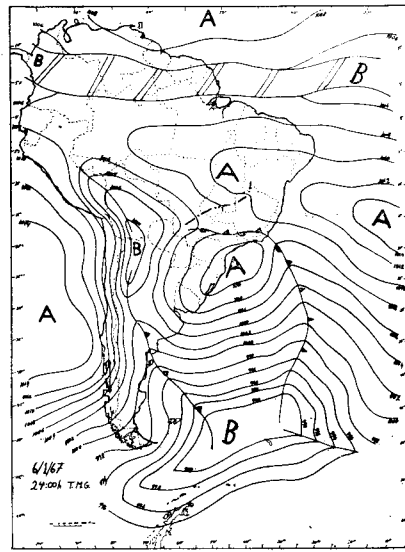
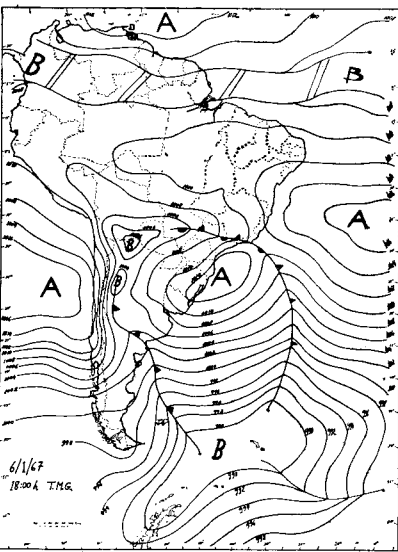
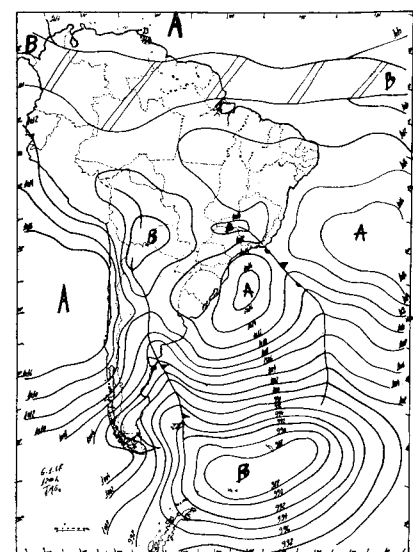
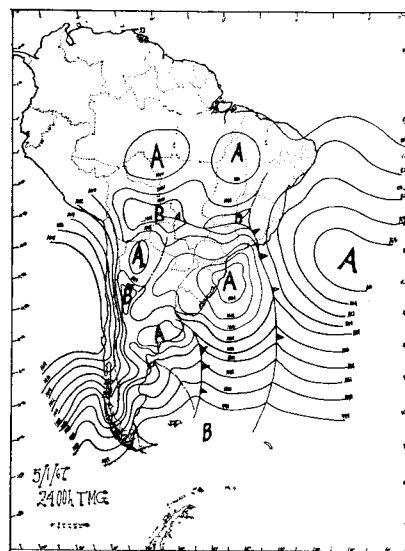
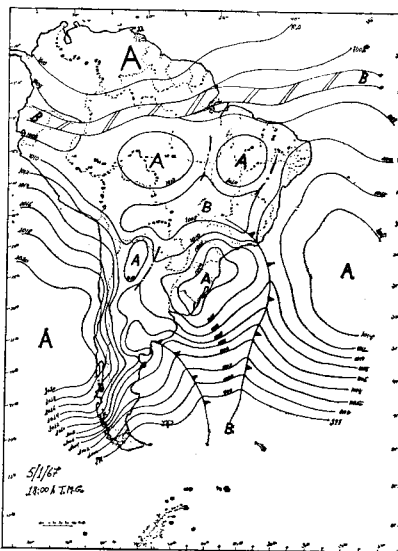
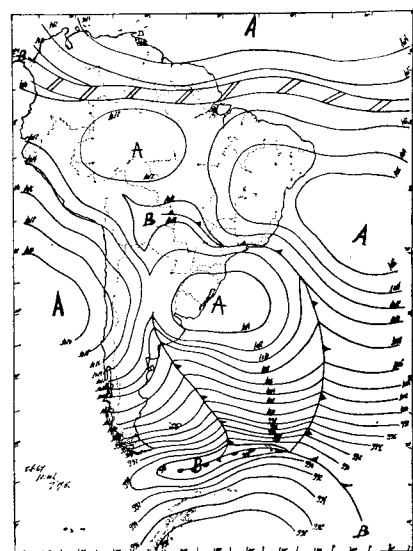
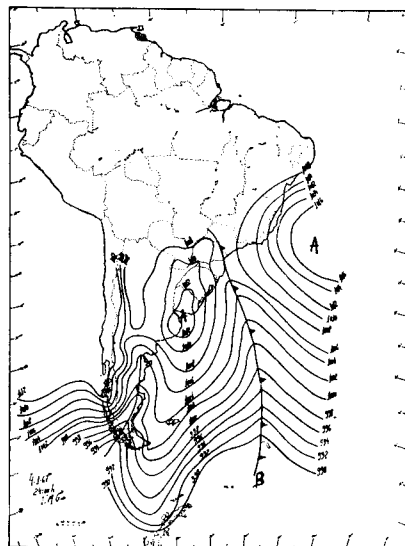
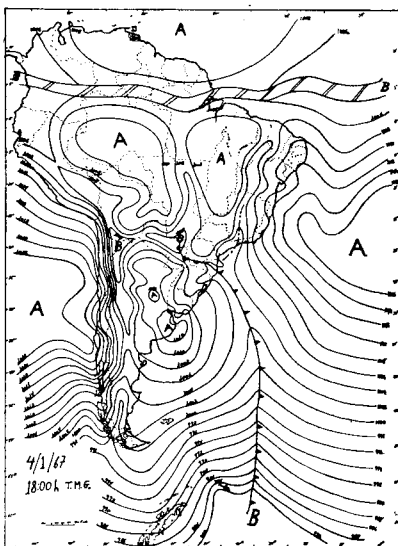
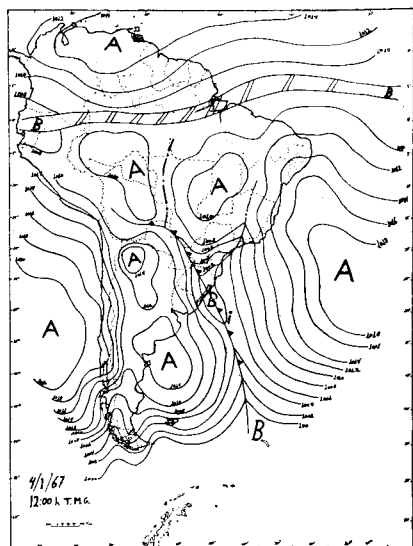
Totais > 90,0 mm/24 horas:

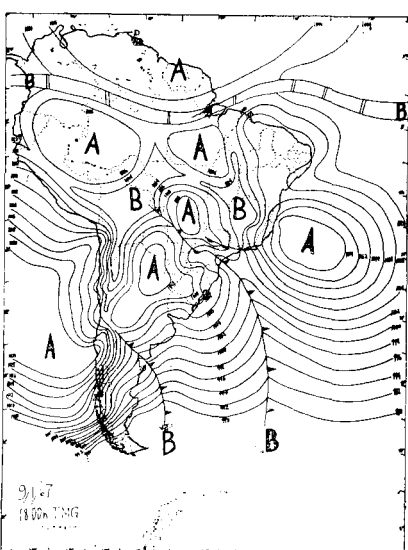
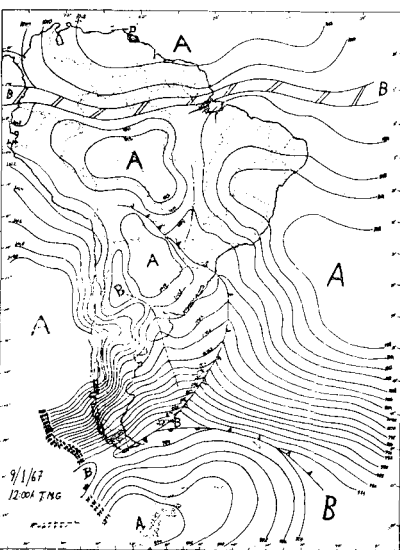
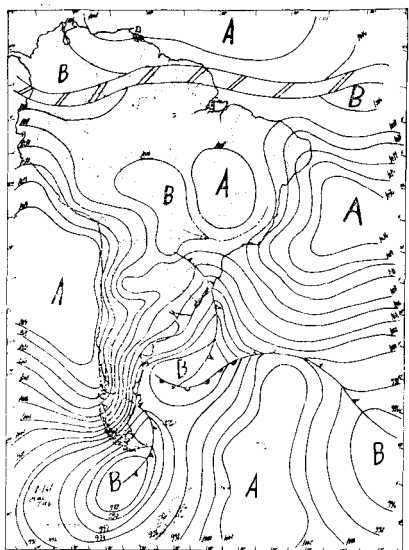
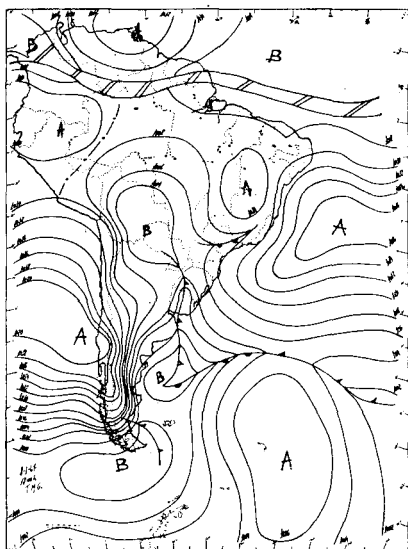
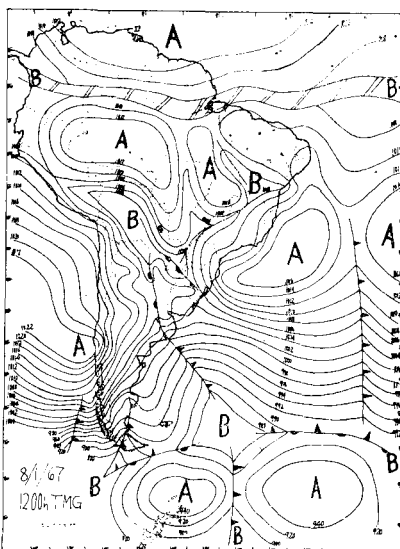
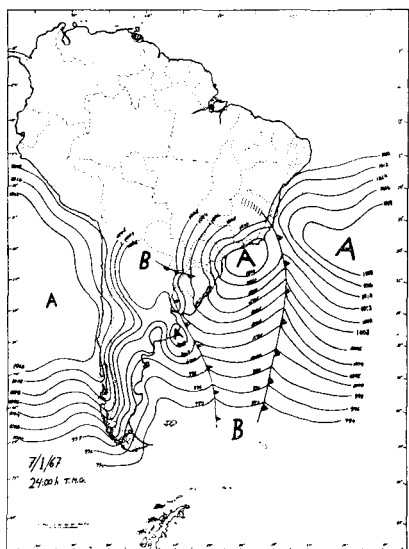
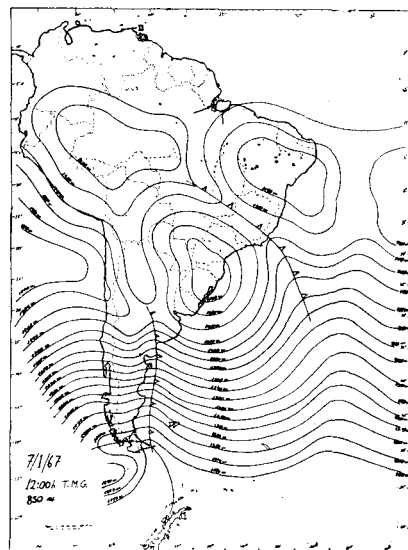
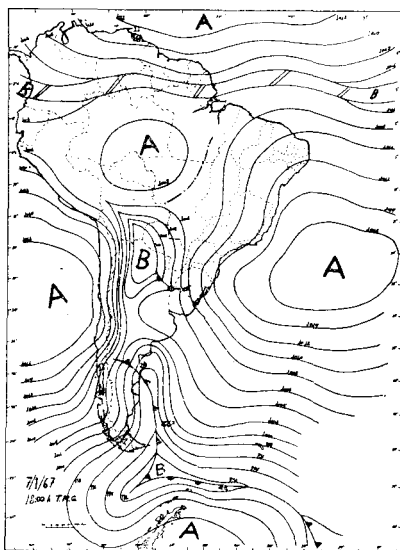
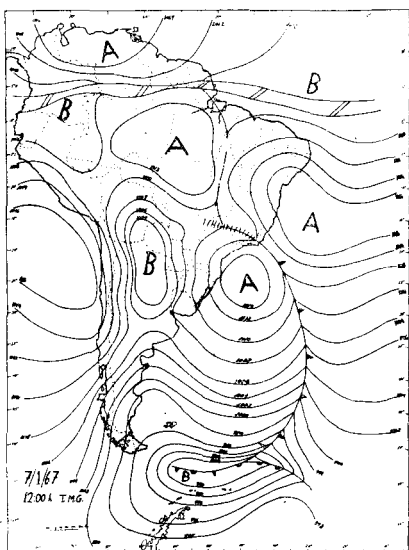
Observatório Nacional	11/ 2/910	97,0 mm
São Januário	24/11/910	98,0 mm
Hôrto Florestal	30/ 7/912	163,4 mm
" "	15/11/912	117,0 mm
Pedregulho	26/ 1/913	113,7 mm
Hôrto Florestal	10/12/914	121,0 mm
Observatório Nacional	7/ 2/918	101,5 mm
Engenho de Dentro	5/ 4/918	118,0 mm
Observatório Nacional	23/11/918	114,9 mm
São Januário	24/11/918	147,3 mm
Engenho de Dentro	24/11/918	110,0 mm
Morro do Castelo	30/ 3/922	105,8 mm
Vila Isabel	31/ 3/922	104,2 mm
Encantado	8/ 4/922	116,5 mm
Morro do Castelo	8/ 4/922	104,4 mm
Santa Cruz	8/ 3/923	99,9 mm
Bangu	30/12/923	118,4 mm
Ilha das Enxadas	4/ 4/924	170,0 mm
São Francisco Xavier	24/ 5/924	140,0 mm
São Cristóvão	29/ 6/924	93,0 mm
São Francisco Xavier	30/ 9/924	96,0 mm
" " "	8/10/924	395,0 mm
" " "	27/12/924	380,0 mm
São Cristóvão	29/12/924	100,0 mm
Ihas das Enxadas	29/12/924	92,0 mm
Paqueta	3/932	97,6 mm
Jardim Botânico	3/932	132,0 mm
" "	12/932	132,1 mm
" "	12/933	114,8 mm

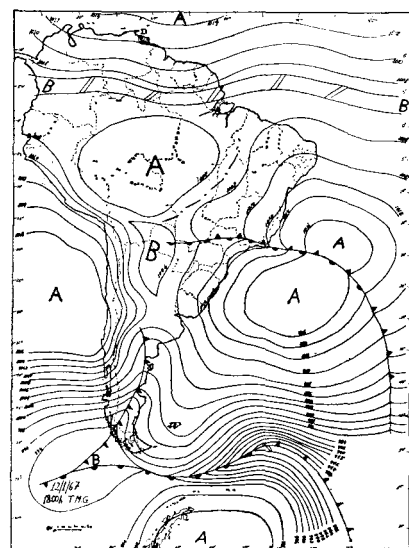
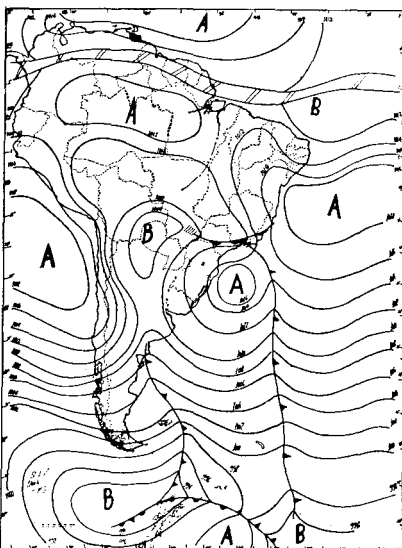
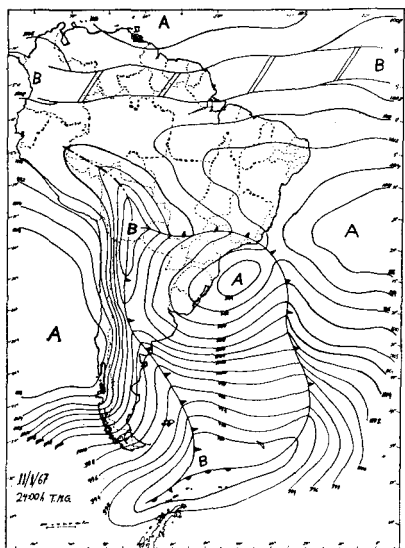
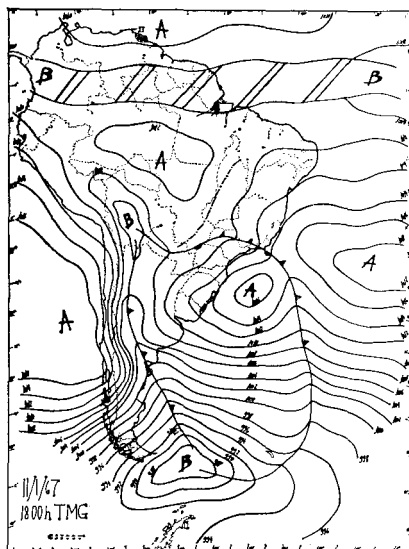
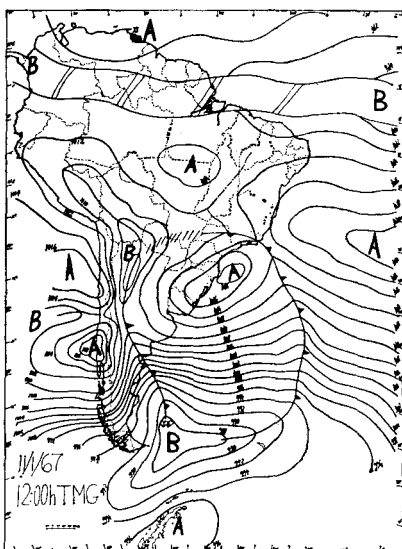
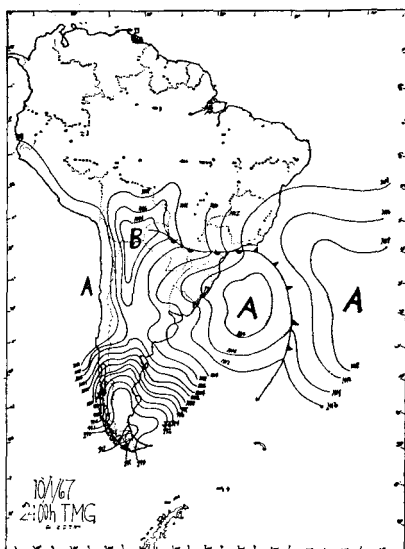
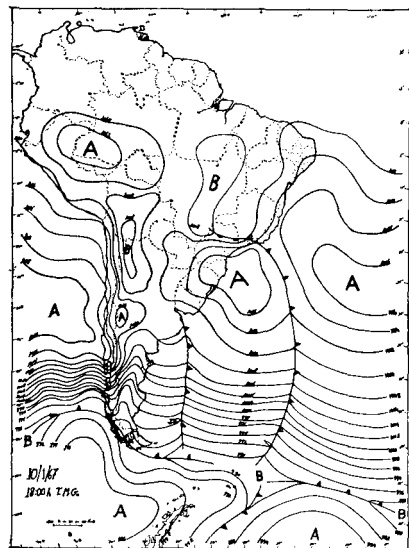
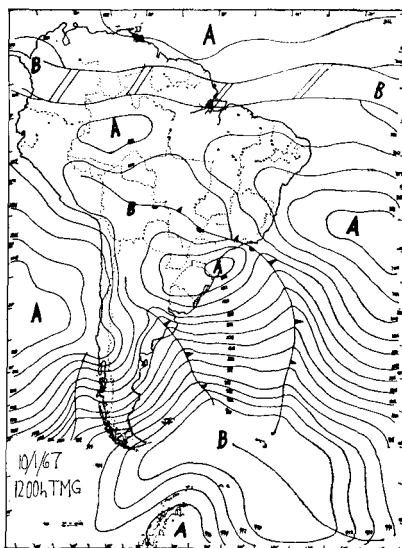
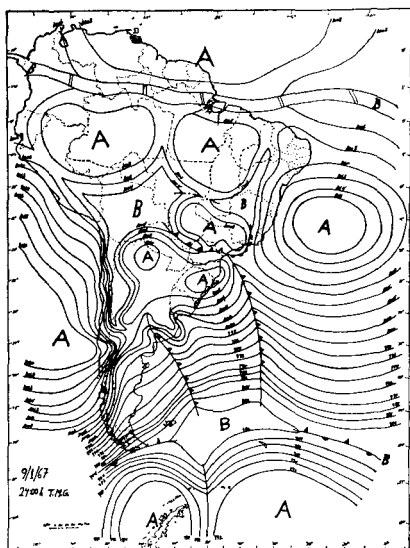
Chamamos a atenção de que a ocorrência de fortes concentrações 24 horas na Região Sudeste, durante o período de 1910 a 1933, é certamente bem mais numerosa do que a tabela acima informa, uma vez que não fizemos uma pesquisa sistemática sobre a questão, limitamo-nos apenas aos dados publicados nos referidos Boletins existentes no Setor de Climatologia do IBGE. Além disso nem todos Boletins Anuais informam sobre precipitações diárias. E, ainda mais, durante aquele período (1910-1933) era muito pequeno o número de postos pluviométricos na Região Sudeste. Neste caso nosso objetivo é o de apenas confirmar o caráter comum dos aguaceiros de grande concentração/hora na Região Sudeste, especialmente em sua região serrana, durante o semestre de "verão".

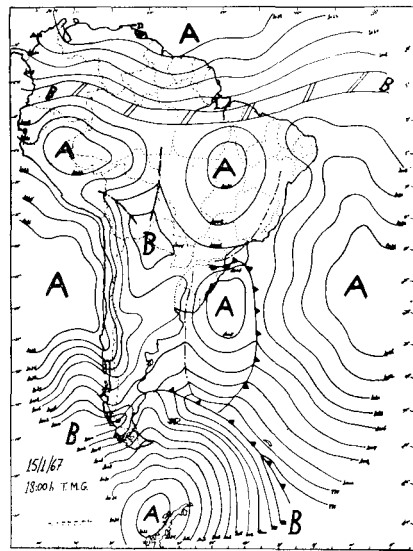
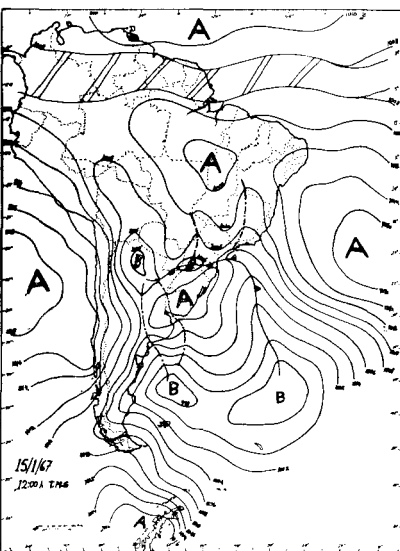
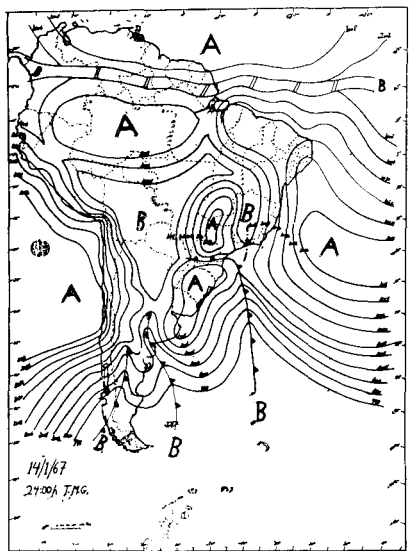
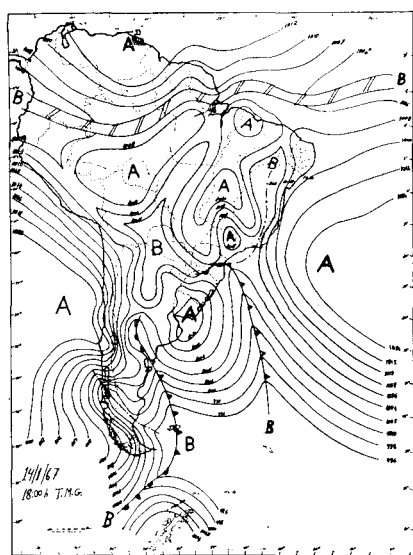
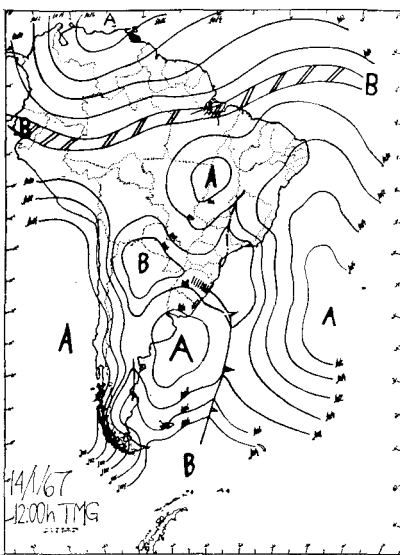
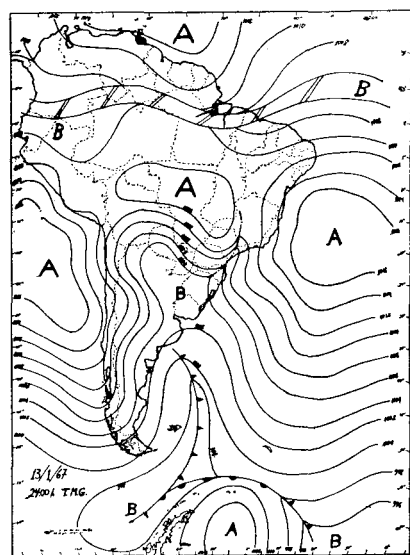
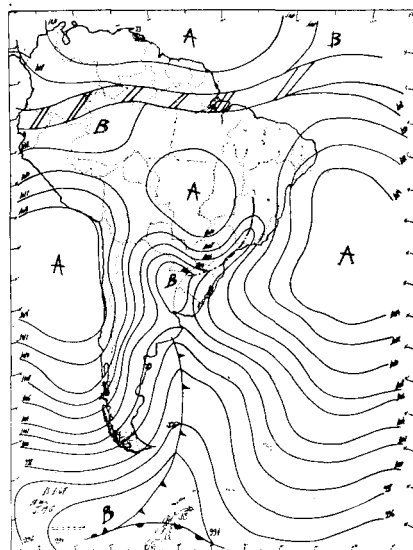
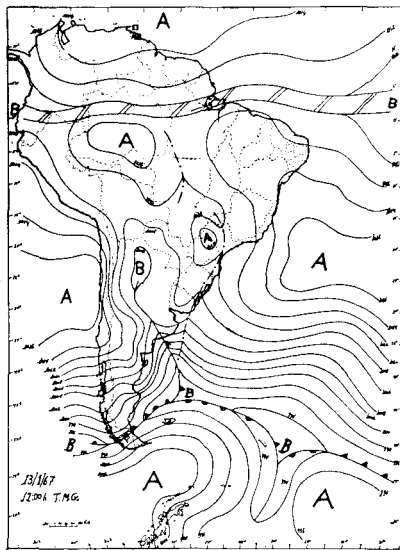
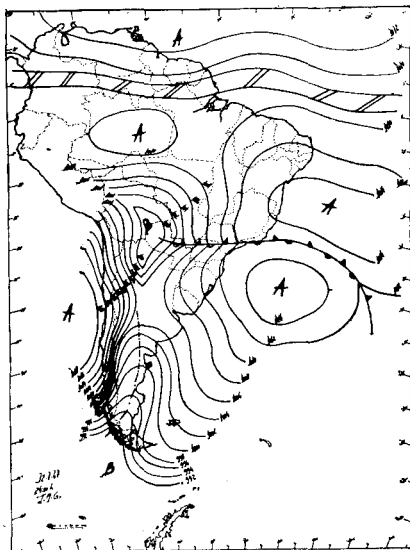
12 — Do exposto se conclui que a região serrana do Sudeste do Brasil, especialmente as serras do Mar e Mantiqueira, estão sujeitas, não raramente, a chuvas semelhantes àquelas desabadas em torno do reservatório de Lajes na noite de 22/23, cujo fenômeno, pelas suas conseqüências, constituiu o tema central de nossas pesquisas.

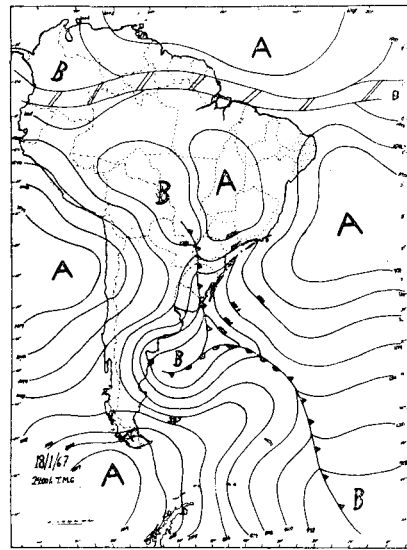
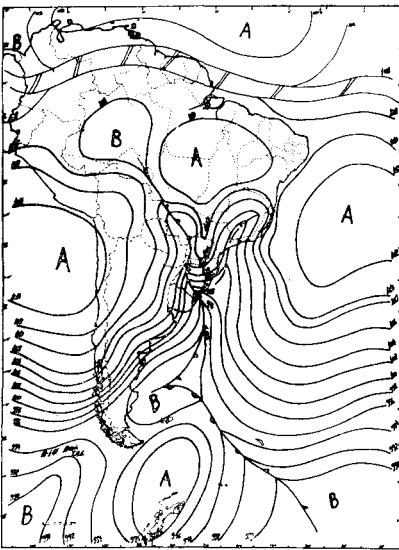
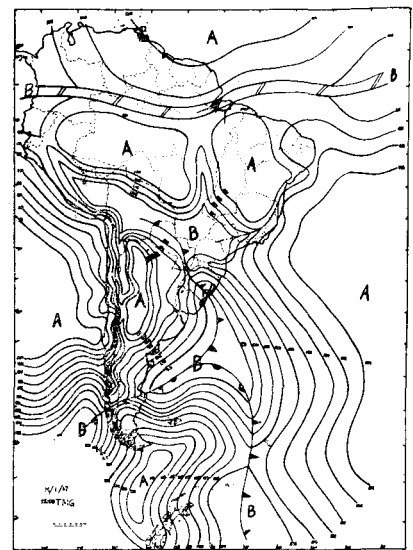
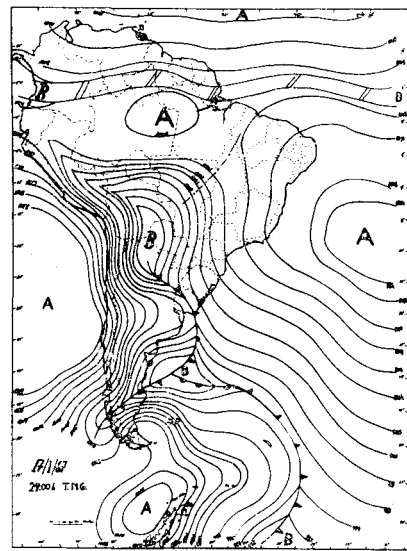
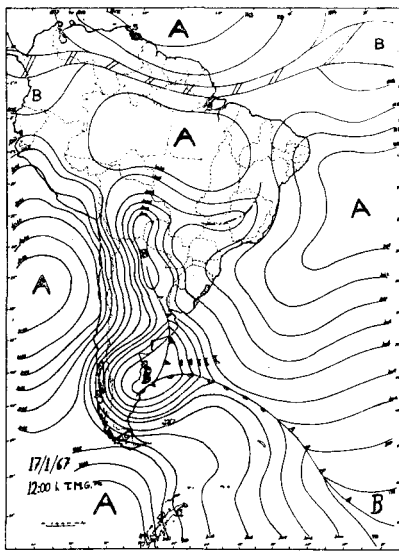
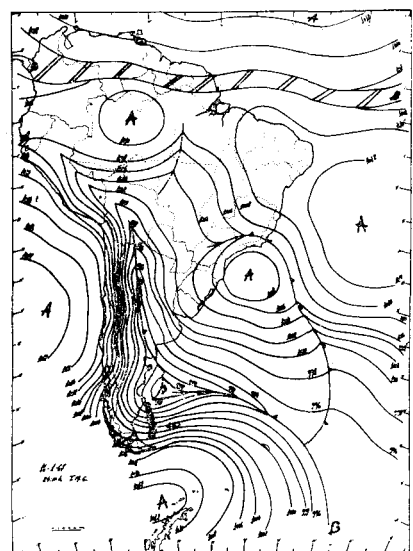
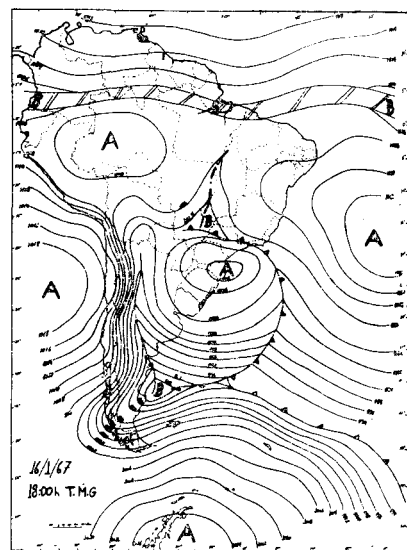
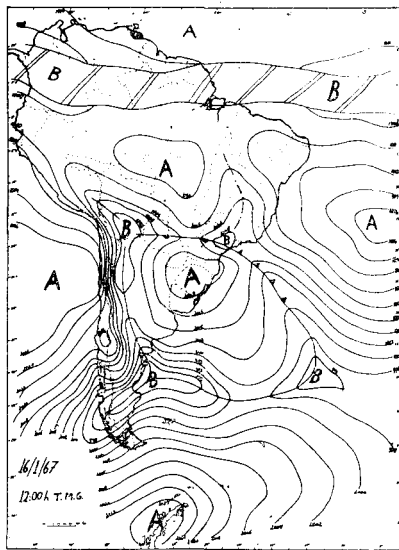
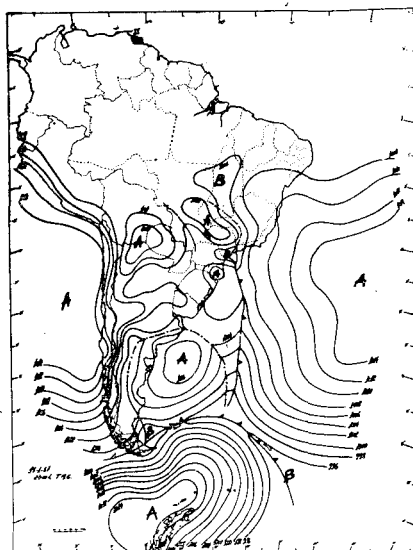


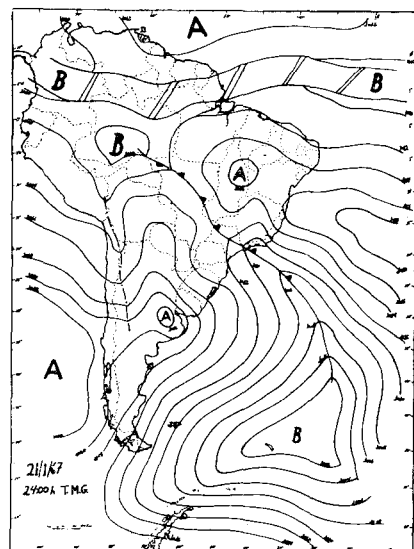
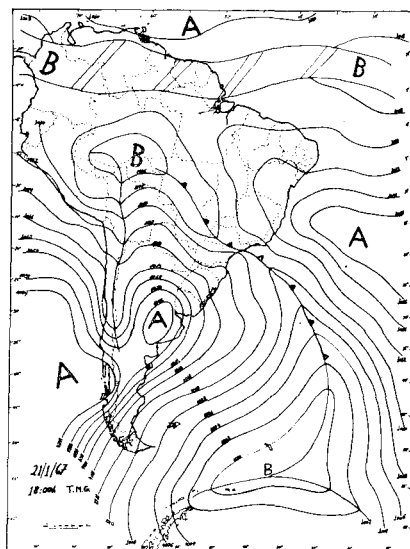
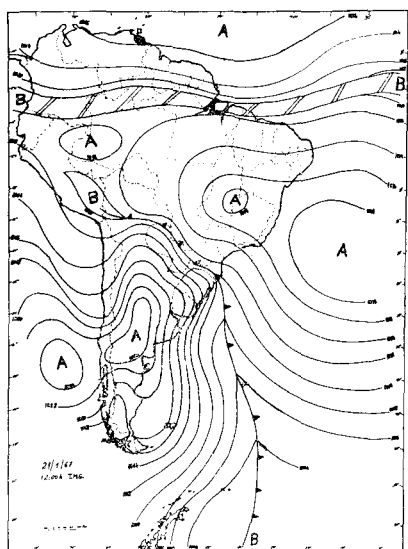
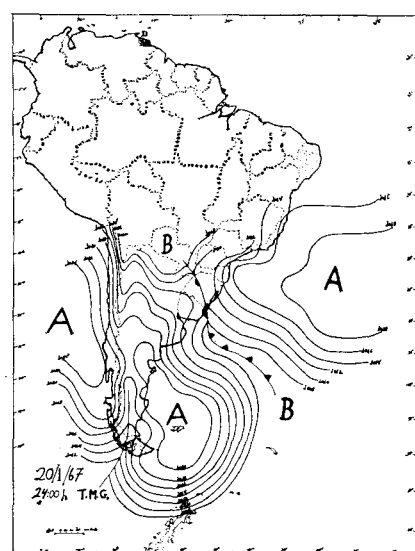
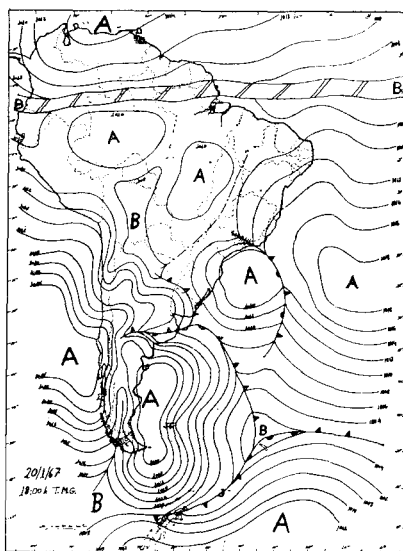
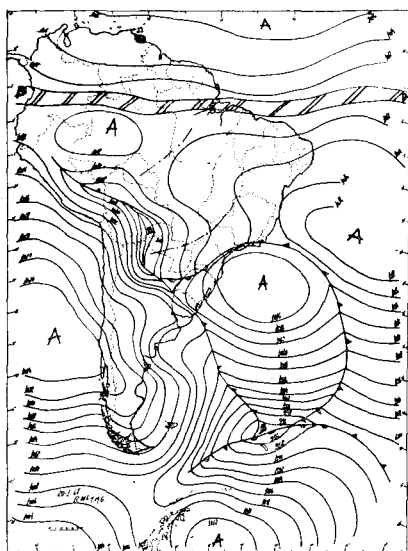
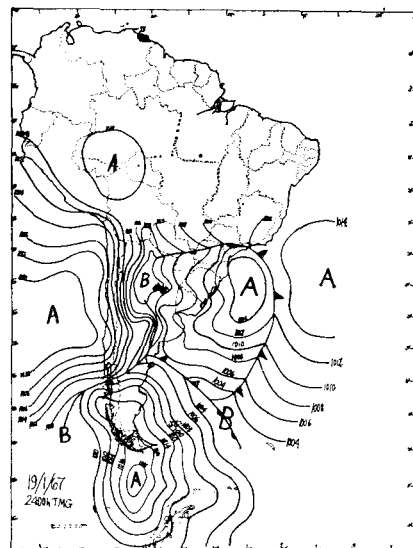
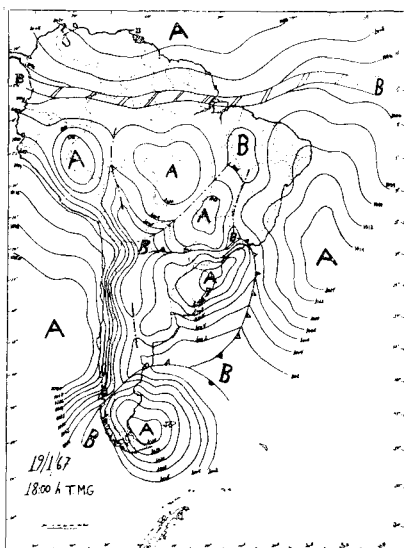
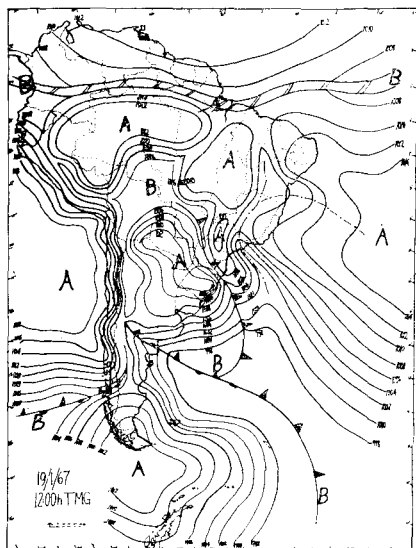


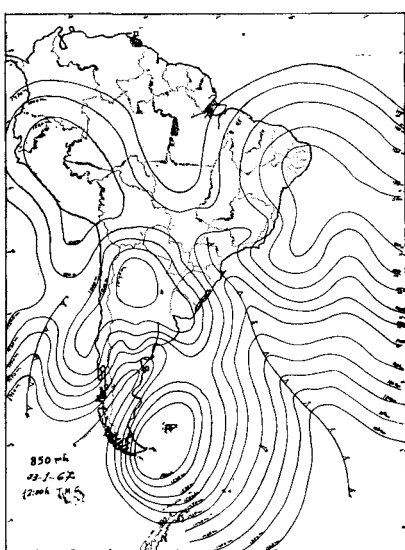
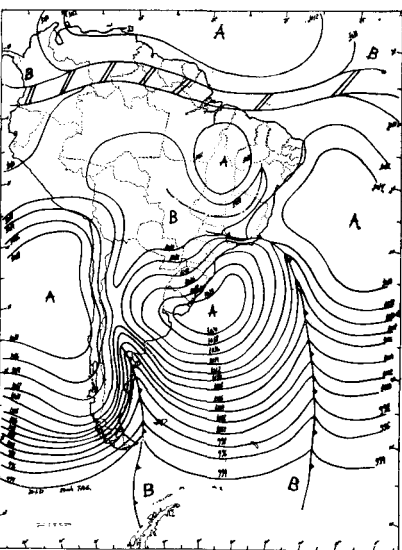
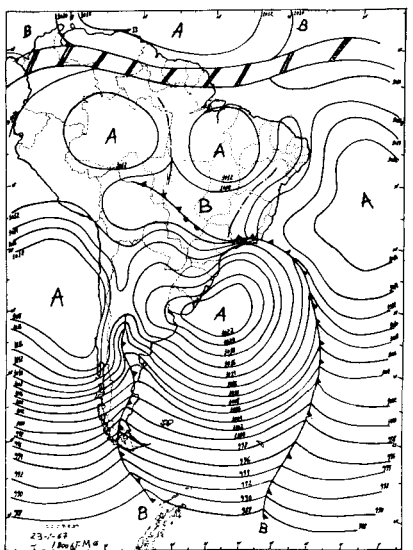
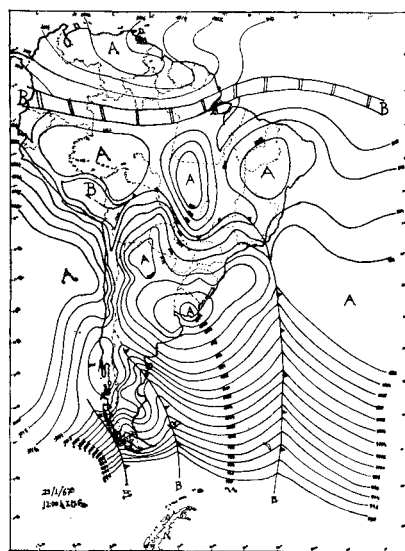
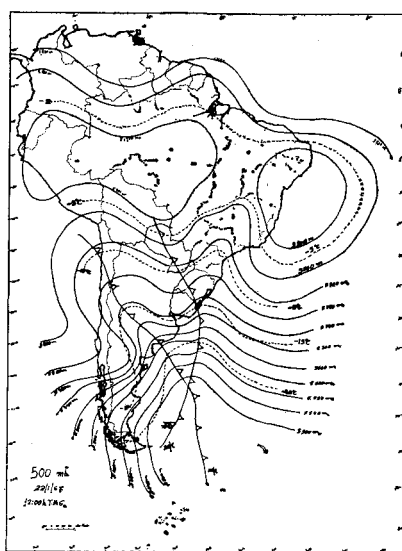
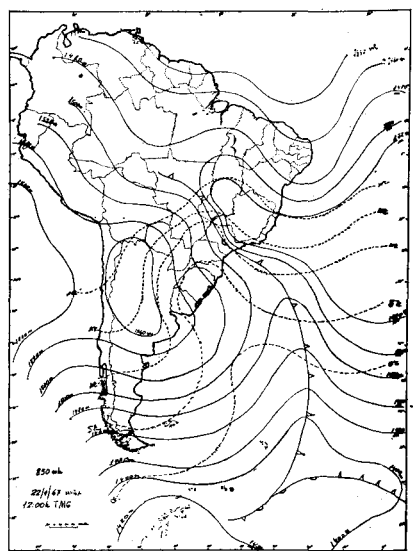
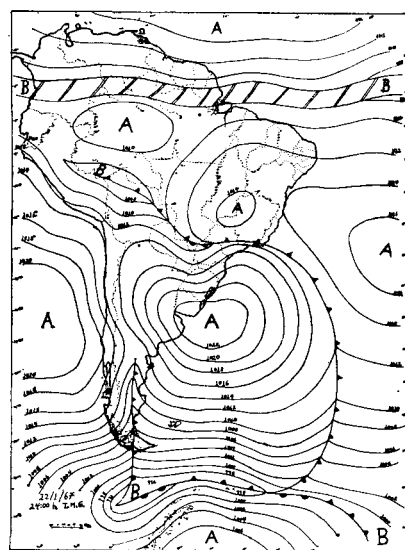
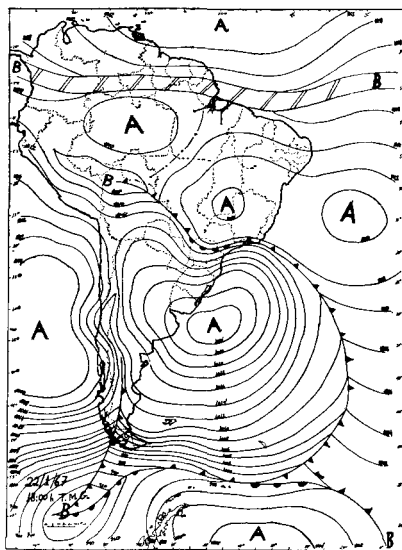
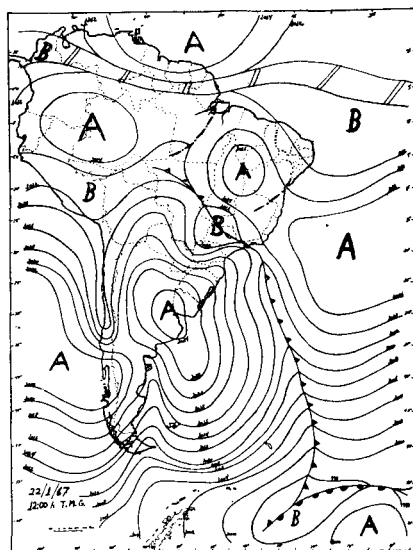


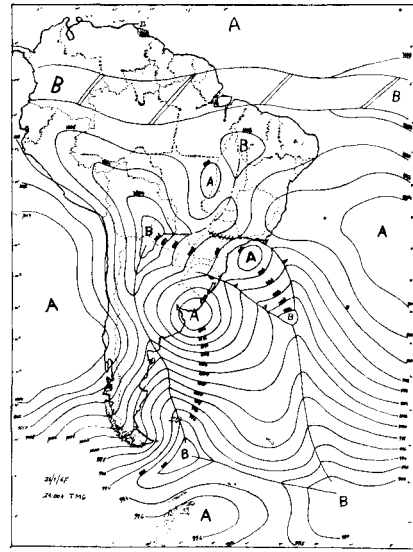
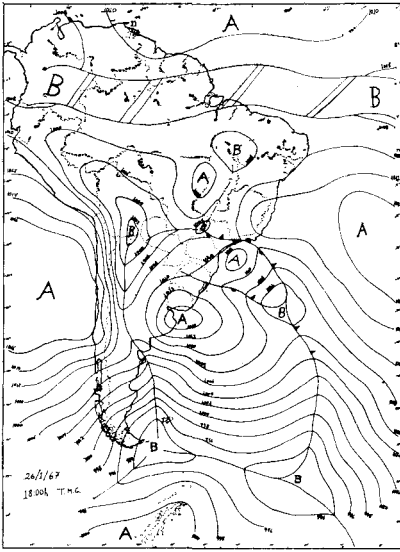
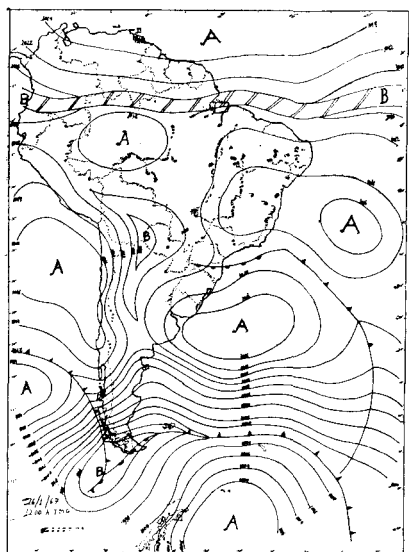
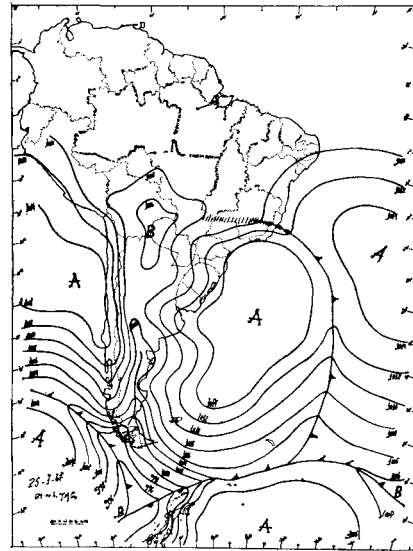
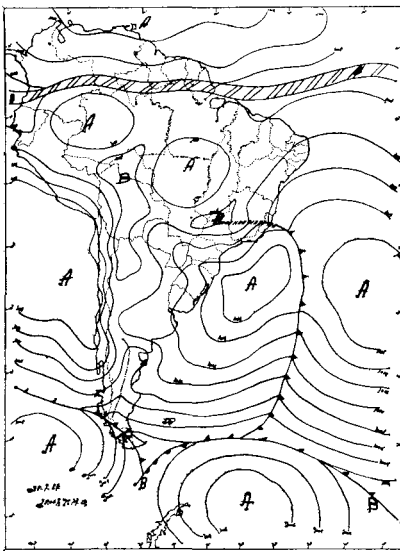
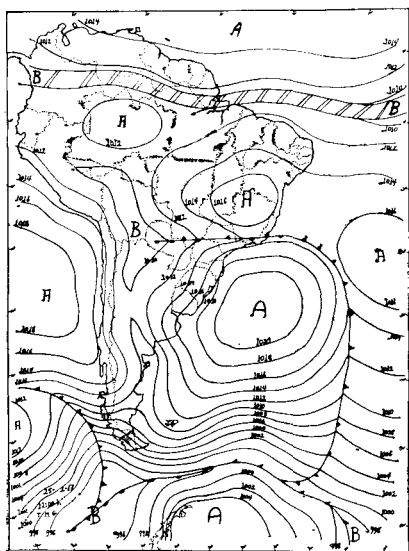
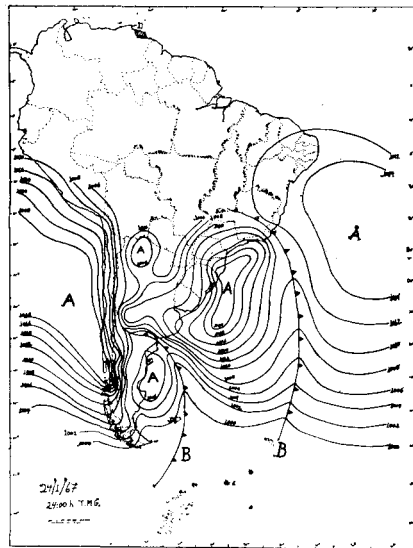
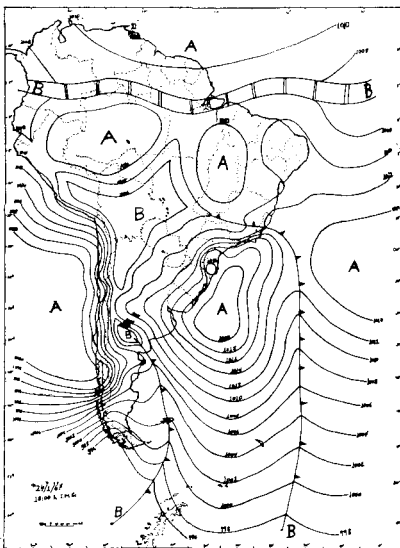
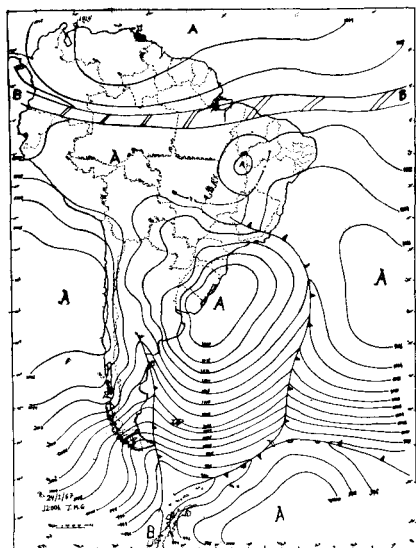


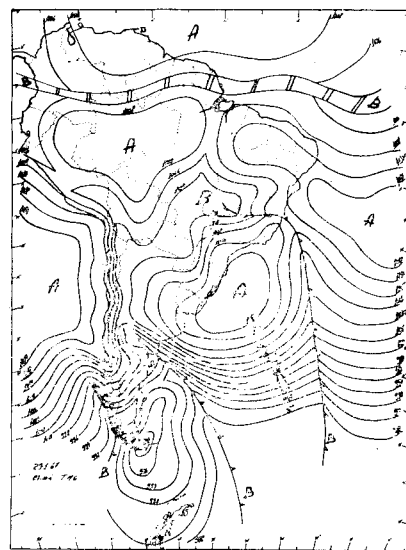
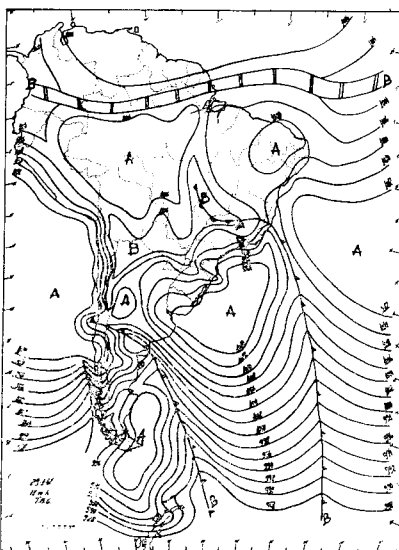
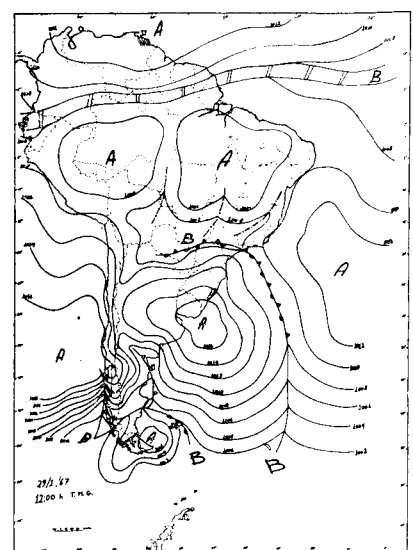
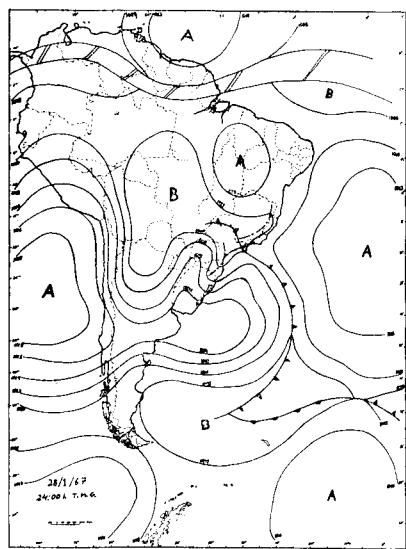
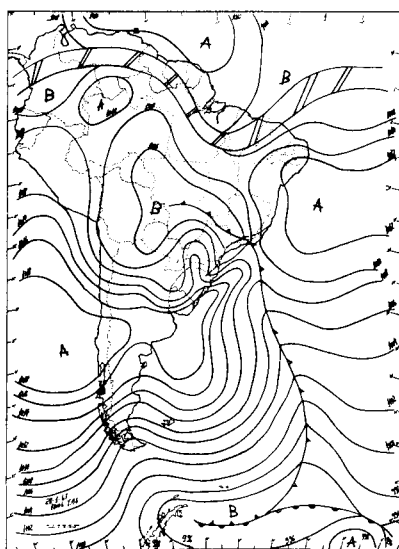
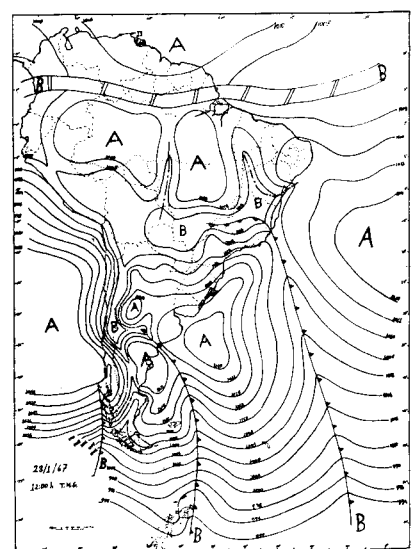
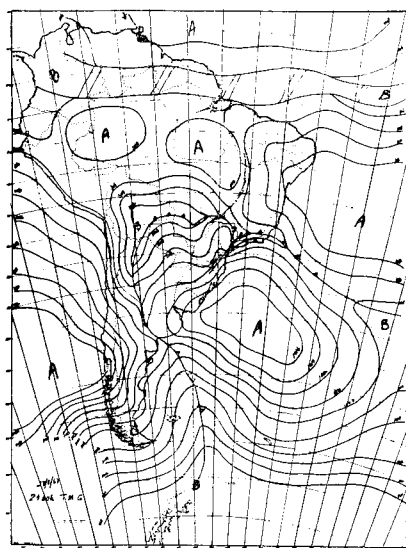
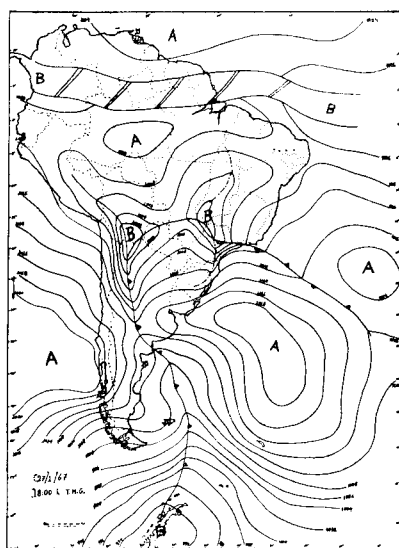
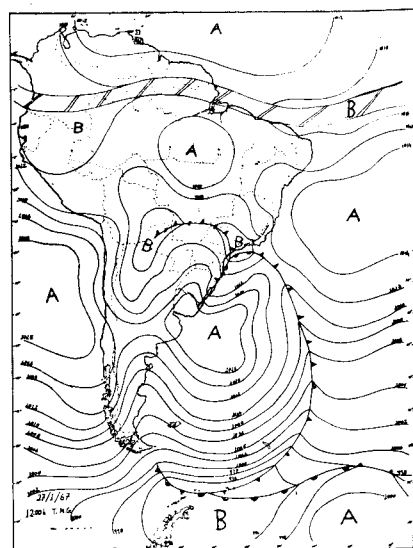


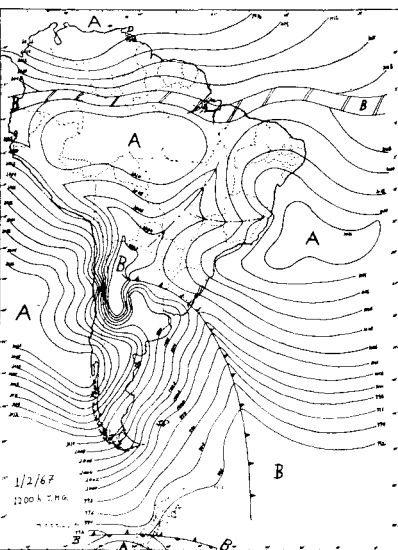
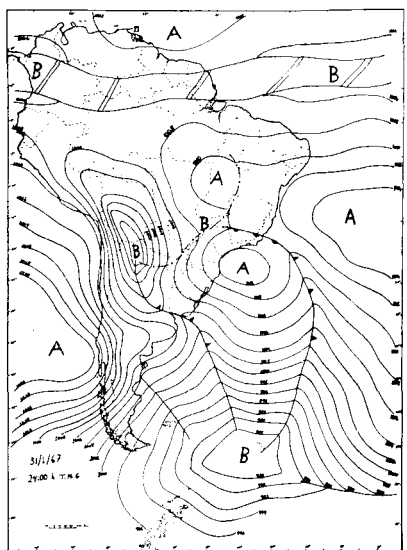
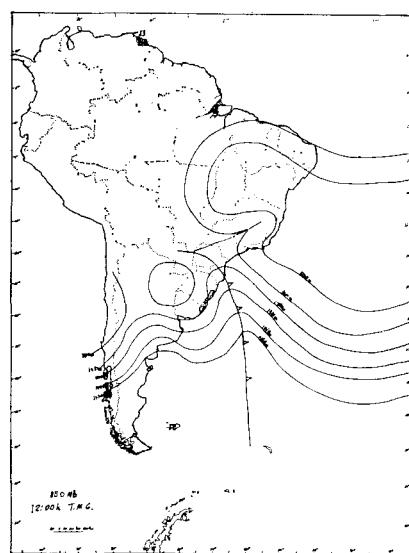
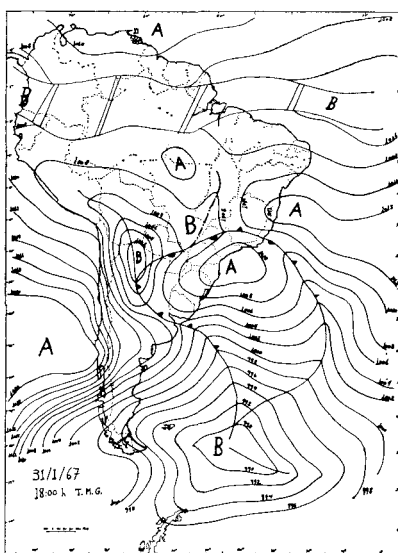
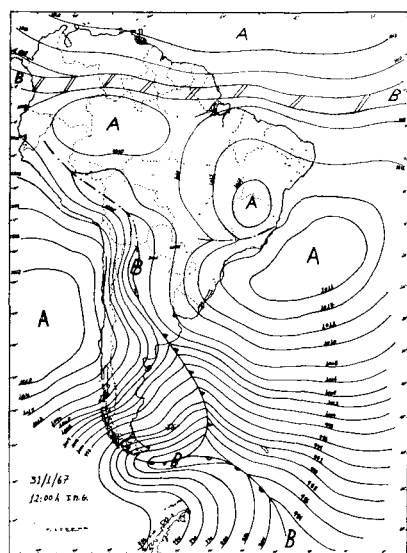
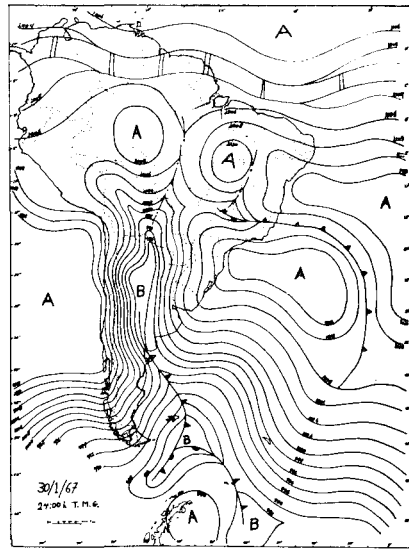
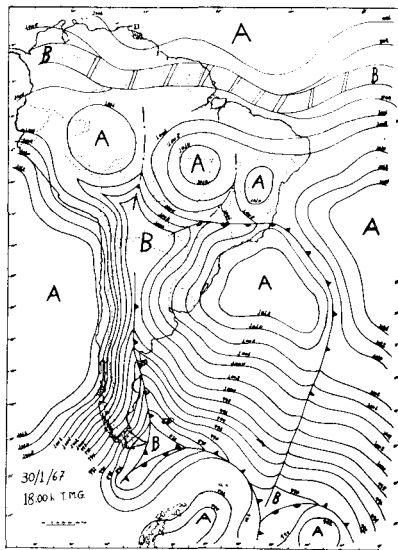
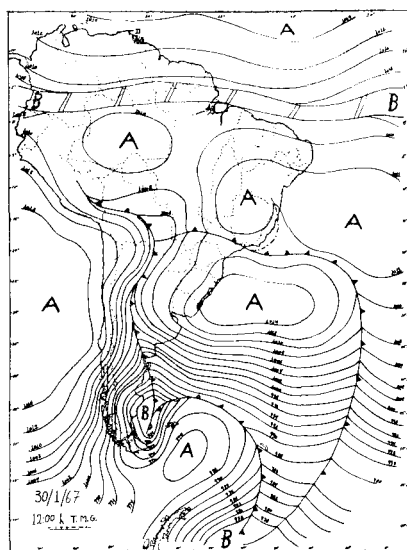












BIBLIOGRAFIA*

- 1) J. BJERKNES e H. SOLBERG, "L'évolution des cyclones et la circulation atmosphérique d'après la théorie du front polaire", *Memo-
rial ONM*, n.º 6, 1923.
- 2) V. BJERKNES, J. BJERKNES, H. SOLBERG, T. BERGERON, "Hy-
drodynamique physique avec applications à la météorologie
dynamique", Paris, 1934, 3.º vol. (Laisser les développements
mathématique, p. 679-834).
- 3) B. HAURWITZ, *Dinamic meteorology* N.Y. and London 1941 —
chap. XV: Air masses, fronts and cyclone, p. 307-334.
- 4) SPETTERSEN, *Weather analysis and Forecasting*, N.Y. and London,
1950, chap. VII: Waves and cyclone, p. 303-307.
- 5) S. PETTERSEN, *Introducción a la Meteorología*, Madrid, 1962
cap. III — Nubes Y Precipitación — p. 63-88; cap. IV —
Processos de Condensación Y Precipitación, p. 89-100; cap. IX
— Las Leyes del Movimiento p. 197-222; cap. XII — Massas
de Aire, p. 257-277.
- 6) J. BESSEMOULIN et A. VIAUT., *Manuel de Météorologie du pilote*,
Paris 1946.
- 7) P. PEDELABORDE — "Introduction A L'Étude Scientifique du climat,
tome I, in *Les Cours de Sorbonne*, Paris.
1ère Leçon — Les problemes de méthode de la Climatologie
7ème Leçon, "Notions de Thermodynamique, p. 84 a 102.
8ème Leçon — "Étude détaillé des perturbations", p. 109-128.
- 8) J. NAMIAS — *Introducción al Estudio de las Masas de Aire y al
Análisis Isentrópico*, pags. 232, Boston, 1940.
- 9) A. SERRA — "Circulação Superior", *Revista Bras. de Geografia*, Anos
XV e XVI, n.º 4 e 1, 1953 e 1954, IBGE, Rio de Janeiro, p. 3-88
e 3-76.
— "O Princípio de Simetria" *Rev. Bras de Geografia*, Ano XXIV
n.º 3, 1962, IBGE, Rio de Janeiro, p. 377-439.
— "Previsão do Tempo", *Boletim Geográfico*, n.º 68, 1948 —
IBGE, p. 827-904, Rio de Janeiro.
- 10) D.M.G. DORE STRANG, "Sistemas de Circulação Atmosférica Obser-
vadas no Nordeste Brasileiro e suas Influências nas Condições
de Tempo", Centro de Estudos Meteorológicos (SUDENE),
1966, Rio de Janeiro, 28 págs.
- 11) DIRETORIA DE AERONÁUTICA CIVIL, "Meteorologia para Pilo-
tos", *Boletim Técnico*, n.º 7, 1950, Rio de Janeiro, 186 págs.
- 12) E. NIMER, "Circulação Atmosférica do Brasil", *Revista Brasileira de
Geografia*, Ano XXVIII, n.º 3, 1966, IBGE, Rio de Janeiro,
p. 232-250: (Alguns conceitos emitidos neste artigo não cons-
tuem, hoje, o pensamento de seu autor).

* Bibliografia sumária, além das notas citadas em pé-de-página.

SUMMARY

The Southeast of Brazil is a region of remarkable pluviometric yearly rates. Its spacial distribution however shows the most noticeable contrasts: the coastland and highland areas, from the south of Espírito Santo to the south of São Paulo, are much more rainy than the hinterland and the mountain valleys. The Paraíba do Sul valley, in the southeast highland region is a conspicuous example.

Elapsing from its tropical condition the seasonal development of the precipitation is characterized by its intense concentration: the summer is usually much rainy and the winter is dry or little wet.

From this condition is yet derived that both the total yearly precipitation, or the yearly rhythm of precipitation have great variability from a year to another.

Considering that the studying area, or the highland region is comprised in Southeast Brazil, it take part of all characteristics mentioned above, which are determined by the static or geographical factors and by the dynamic factors of atmosphere.

The principal static factors are its tropical position in the western border of the ocean, strong concentration of condensations nucleus in the low strata of atmosphere and its rough topography, while the high frequency of the polar fronts and tropical instability lines make the main dynamic factors.

From the static factor is originated an extraordinary predisposition to abundant precipitations which occur chiefly in the summer, with the arrival of such dynamic discontinuities, amongst which the polar front is the most important.

All these factors are present in the eastern belt of the Southeast Region, but they act with more intensity on the studied area than on the others. By this reason the summer in the highland region of the Southeast, beside being normally much rainy, their precipitations are characterized by heavy concentration/hour. In such summer is much higher the daily occurrence of rain.

What happened in 1966/67 summer was considered as one of the best examples of excessively rainy season, when several waterspouts were recorded on the mountainous region, chiefly during the months of december and january, among which should be mentioned the shower on Serra das Araras in the night of january 22/23, 1967, whose analysis composes the main topic of the fourth part of this work.

This phenomenon, however, shouldn't be considered as an anomaly, or even an extraordinary event, because it often occurs in the southeast highland region, but their serious consequences caused a great effect.

Versão de Joaquim Quadros Franca

RESUMÉ

Le Sud-Est du Brésil est une Région d'importants indices pluviométriques annuels. Pourtant sa distribution spatiale offre les contrastes les plus remarquables: le littoral et la chaîne de montagnes, du Sud de Espírito Santo au Sud de São Paulo, sont beaucoup plus pluvieux que l'intérieur et que les vallées "intermontanos". La vallée du fleuve Paraíba do Sul située dans la région montagneuse du Sud-Est entre les montagnes de la Mantiqueira et do Mar, se constitue dans un de ces magnifiques exemples.

En conséquence de sa condition tropicale, la marche saisonnière de précipitation se caractérise par sa remarquable concentration: l'été est normalement très pluvieux et l'hiver est sec ou peu humide.

De cette condition découle encore que, tant l'accumulation pluviométrique annuelle ou saisonnière, comme la marche ou le rythme annuel de précipitation souffrent une grande variabilité d'une année à l'autre.

Etant donné que la région montagneuse du Sud-Est, c'est-à-dire l'aire d'étude de cette recherche, est comprise dans le Sud-Est du Brésil, elle participe de toutes les caractéristiques citées ci-dessus: qui sont déterminées par les facteurs *statiques* ou *géographiques* et par les facteurs *dynamiques* de l'atmosphère.

Les principaux facteurs *statiques* sont leurs *position tropicale* dans la rive occidentale de l'océan, une forte concentration du *centre de condensation* dans les couches inférieures de son atmosphère et sa topographie accidentée, tandis que la remarquable fréquence des *fronts polaires* et *lignes d'instabilités tropicales* constituent les principaux facteurs dynamiques.

Des facteurs *statiques*, on doit son excellente "vocation" ou pré-condition à des précipitations abondantes, lesquelles s'effectivent principalement en été avec l'arrivée de toutes ces *discontinuités dynamiques* dont le *front polaire* est le plus importante. Cette caractéristique de son été est plus accentuée dans les étés très pluvieux.

Occupant le coté oriental de la région Sud-Est tous les facteurs, *statiques* et *dynamiques*, agissent avec plus d'intensité sur *notre superficie d'étude* que dans les autres surfacés de cette Région. Pour ce motif l'été de la région montagneuse du Sud-Est, en plus d'être normalement très pluvieux, ses précipitations se caractérisent par la forte concentration/heure.

Dans de tels étés le nombre de fréquence journalière de pluie est beaucoup plus élevé.

L'été de 1966/67 nous donne un des meilleurs exemples d'un été excessivement pluvieux, quand des dizaines de trombes d'eau ont été registrées en décembre et janvier, parmi lesquelles fait partie l'intense averse tombée sur la "*Serra das Araras*" dans la nuit du 22/23 janvier 1967, dont l'analyse constitue le thème central de la 4^{ème} partie de ce travail.

Néanmoins, la fameuse trombe d'eau ne représente pas une anomalie, ni même un événement extraordinaire dans cette région. L'unique caractère extraordinaire qu'elle puisse avoir se doit à la répercussion qu'elle a produit par ses graves conséquences. Dans l'été de 1966/67 la région montagneuse du Sud-Est du Brésil; et ses proximités s'est constituée en une vaste scène où ont été fréquemment présentes des averses intenses quelques unes même ressemblant en intensité à celle de la "*Serra das Araras*". En plus de ça, nous avons constaté que de 1910 à 1933, plus d'une centaine d'averses ont été registrées avec plus de 100 mm/heure et plusieurs dizaines avec un total supérieur à 200 mm/heure.

Versão de Maria Cecília Bandeira de Mello

Migrações Internas — Um Subsistema no Processo de Desenvolvimento

SPERIDIÃO FAISSOL

Geógrafo do IBG

Introdução

As migrações internas são parte essencial do processo de desenvolvimento, não só porque constituem um sistema regulador dos desequilíbrios regionais pelo simples fluxo de pessoas de uma região para outra, mas também porque, pela sua componente migração rural-urbano, representam a peça mais importante do processo de transformação estrutural de uma sociedade como a brasileira (ainda de base rural). Isto porque, migrando através dessa hierarquia, ao longo da variada gama de atividades especializadas que a sociedade realiza, o migrante passa por uma transformação tão grande quanto a transformação de uma sociedade rural em uma sociedade urbana.

Ao longo deste processo são moldadas aspirações e motivações que são a essência das aspirações e motivações de uma sociedade em desenvolvimento, como a sociedade brasileira. Daí a sua conotação estreita e inseparável em relação ao próprio processo de desenvolvimento, o que a faz parte do sistema que em seu conjunto define tal processo.

Analisado segundo as concepções de um sistema, o fluxo de migrantes de uma área para outra pode, não só ser entendido como um fluxo energético, como também os processos de perda e ganho que este fluxo acarreta podem ser vistos em termos de ajustamentos homeostáticos, portanto com aquelas funções equilibradoras antes mencionadas. A idéia de ajustamentos homeostáticos é válida não apenas no sentido horizontal espacial (de ajustamento no local de origem com a perda do migrante e da renda por ele gerada, como no local de destino com o ganho e absorção do migrante e da renda por ele gerada), mas tam-

bém no sentido vertical, no plano das transformações estruturais que se processam com a passagem do migrante de uma sociedade rural conservadora e tradicionalista, para uma sociedade urbana inovadora e latentemente revolucionária.

O problema essencial numa concepção do processo de migrações como um sistema (na realidade um subsistema do sistema formado pelo processo de desenvolvimento econômico) é a identificação dos elementos que se interatuam no interior do sistema e da forma com que êles se relacionam. Neste particular, o modelo é do tipo gravitacional (Intervenning Opportunity) e por isso mesmo é importante discutir as componentes *distância* e *massa* usadas no contexto do modelo.

A distância utilizada é uma transformação logarítmica da distância linear entre as duas unidades espaciais consideradas, levando-se em conta o fato de que em um país grande como o Brasil, as distâncias lineares são demasiadamente grandes e acabariam por eliminar as migrações entre os lugares mais afastados.

A massa é definida em termos da renda gerada nos dois lugares que se relacionam, em quatro situações estruturais diferentes, caracterizadas por vários níveis de renda *per capita*. Para evitar que as massas de renda de São Paulo ou mesmo Guanabara, Estado do Rio de Janeiro exerçam uma atração exagerada no conjunto do sistema, usou-se uma transformação da massa, dando a curva de atração uma forma exponencial (o quadrado da massa).

No contexto das interrelações definidas no sistema, as migrações são caracterizadas como rural-rural quando a renda nos dois lugares de origem e destino é inferior a 300 dólares; rural-urbano quando a renda no lugar de destino é superior a 300 dólares, mas no lugar de origem é inferior a 300 dólares e finalmente urbano-urbano quando a renda nos dois lugares é superior a 300 dólares. Por esta forma transfere-se renda (sob a forma de potencial de produzi-la) de uma região para outra e do setor agrícola para os urbanos (indústria, comércio e serviços) se a migração é rural-urbana ou do setor agrícola para o agrícola de outra região, se a migração é rural-rural.

Ainda no plano das transformações produzidas pela migração, a migração rural-urbana, especialmente, é acompanhada de uma ascensão vertical na sociedade, que a faz, além de equilibradora, também um processo de inovações, uma vez que o migrante, ao passar de uma região de renda mais baixa para outra de renda mais alta, absorve a tecnologia do lugar de destino, passando a gerar a renda *per capita* do mesmo, ao nível do lugar de destino e não mais o do lugar de origem. O simples ato de migrar, portanto, induziria aumento de renda pela forma indicada acima, mas este aumento seria produzido por uma transformação nas habilidades técnicas do migrante, de sentido inovador; as duas coisas constituiriam a medida das dimensões horizontais e verticais das migrações.

Os mecanismos das migrações internas — Um modelo matemático

Na literatura geográfica os estudos de migrações internas têm girado, quase sempre, em torno de duas questões fundamentais relativas a: *porque* as pessoas migram e *para onde* as pessoas migram. É claro que muitas vezes os três tipos de migrações internas (rural-rural, rural-urbano e urbano-urbano), têm respostas ligeiramente diferentes tanto

no que diz respeito à *porque migra* como e principalmente a respeito de *para onde* migra, pois o horizonte do migrante “urbano-urbano” é mais amplo que o do rural de origem.

No que diz respeito ao *porque migra*, na maior parte dos estudos realizados, destaca-se sempre a motivação econômica, o “pull” e o “push” ou seja a atração e a repulsão. A atração (pull) tem sido sempre associada à migração para as cidades (bright light theory), por motivações simultaneamente econômicas e sociais, ou até mesmo políticas (o homem da cidade tem mais prestígio); mas a atração existe também no que diz respeito a migrações para áreas rurais pioneiras, com terras boas e disponíveis. Isto aconteceu em outros países e sem dúvida vem acontecendo no Brasil (Norte do Paraná, Centro-Oeste, Maranhão etc), onde terras virgens e férteis, tornadas acessíveis por estradas pioneiras, exercem um poder de atração muito grande. O exemplo atual mais sensível é o da Transamazônica, que está sendo induzida, mas que certamente atrairá muito mais gente do que está previsto. A repulsão (push) está ligada ao superpovoamento em algumas áreas rurais, onde o crescimento demográfico acentuado, associado a técnicas agrícolas rotineiras, ocasiona uma pressão excessiva sobre a terra, mantendo, simultaneamente, baixa a produção e a produtividade, esta tanto por pessoa como por unidade de área. Fenômeno deste tipo ocorre no Brasil, tanto nas áreas coloniais do sul (onde por excessiva subdivisão da propriedade o colono acaba por ficar reduzido a uma área inferior a de que ele é capaz de trabalhar) como em Minas Gerais ou Goiás (onde os lavradores começam a cultivar terras novas e à medida que sua fertilidade se esgota eles as transformam em pastagens e grande parte da mão-de-obra se torna dispensável) ou mesmo no Nordeste, nas áreas canavieiras (onde, muitas vezes, o trabalhador rural se vê compelido a trabalhar apenas três vezes por semana, permanecendo ocioso o resto da semana. Todas estas circunstâncias conduzem à migração.

No que diz respeito à migração “rural-urbano”, que é a mais intensa e universal, associada que está ao próprio processo de desenvolvimento, ela precisa ser analisada em suas duas dimensões básicas: a primeira, horizontal e de natureza espacial, representada pelo fluxo de pessoas de uma área para outra, e a segunda vertical e que envolve uma permanente transformação de técnicas, atitudes e motivações, criando padrões de comportamento de tal natureza e em tal profundidade, que representam a completa quebra das tradições da vida rural, levando o indivíduo a novos padrões de comportamento que são típicos da vida urbana. A permanência do processo de transferências é a essência de tal movimento que, inserido no processo de desenvolvimento, como foi dito acima, representa a componente fluxo espacial da evolução do processo de uma sociedade estritamente rural para uma sociedade urbana e mais desenvolvida.

O processo migratório implica em uma série de interações de natureza social e econômica, que afetam tanto a vida da coletividade rural de onde os indivíduos migram, como dos núcleos urbanos para onde eles migram. As de natureza social são verticais, na sociedade, com *reflexos espaciais evidentes*. As de natureza econômica afetam o nível de renda da população. Na área rural, considerado o “pull” como produzido por superpovoamento e pressões excessiva sobre a terra, o efeito na área de migração é pelo menos um aumento de produtividade por indivíduo que, aumentando a renda, pode acabar por produzir transformações qualitativas que aumentem a produtividade da terra e mesmo o aumento da produção global. Seria este, pelo menos teoricamente, o efeito deste tipo de migração e parece ser o que vem ocorrendo, por

exemplo, nas áreas coloniais do Sul do Brasil. No agregado, também parece ser esta a situação, pois a despeito de estar-se verificando uma transferência substancial de gente das áreas rurais para as urbanas, no Brasil a produção agrícola não diminui. Entretanto, adotamos uma posição média ao elaborar o modelo, considerando que cada migrante da área rural, ao migrar, faz diminuir metade da renda global por indivíduo, da área de origem, portanto produzindo um efeito real de aumento da renda *per capita* na origem, em função das razões expostas anteriormente, de que menos gente cultivaria a mesma terra.

O modelo considera que a população que migra de uma unidade espacial com renda *per capita* inferior a 300 dólares é rural e *portanto a perda de renda total é de 50%, na agricultura.*

De outro lado, nas áreas urbanas, o mecanismo consiste na absorção do migrante em uma nova forma de vida, o que faz com que, muitas vezes, este processo se efetive por etapas, de centros menores para centros cada vez maiores, inclusive os de natureza metropolitana. Esta migração para a cidade gera transformações no comportamento do indivíduo e da coletividade e, ao mesmo tempo, faz dele um elemento produtor de uma renda superior à que ele estava habituado e era capaz de produzir. De outro modo não teria havido diferenciação vertical.

O modelo encara três situações diferentes, nas quais a migração tem direção urbana, e a renda da área de destino é superior a 300 dólares. A primeira situação é quando a renda está situada entre 300 e 600 dólares e que caracterizaria a etapa inicial do processo de transformações que levaria ao desenvolvimento. Nesta fase, o processo de urbanização já se vai implantando, com migrações para as cidades (principalmente para os núcleos regionais ou mesmo metrópoles regionais) superiores à capacidade de absorção da mão-de-obra por empreendimentos urbanos, especialmente de caráter industrial, mas também de serviços e comércio. O resultado é uma marginalização de parte desta população migrada, em favelas e mocambos, que fica parte desempregada e parte subempregada, proliferando os diferentes tipos de biscates, empregos domésticos, etc. Nesta situação, a migração não acarreta um aumento da renda proporcional, e o modelo a define como metade da renda *per capita*, sugerindo que apenas metade dos migrantes se emprega. Entretanto, o modelo contempla a transformação vertical, pois o migrante se integra no sistema de geração de renda local e não no da área de origem, o que admitimos nem sempre ser totalmente válido. Assim, sua renda *per capita* passa a ser do destino e não a de origem.

A segunda situação contemplada no modelo é o de migrações para áreas onde a renda está situada acima de 600 dólares, porém inferior a 900 dólares, caracterizando uma situação estrutural, em termos Rostowianos, de etapa de maturidade, com processo de auto-sustentação já implantados, embora não consolidados. A este nível a absorção da mão-de-obra já atingiria a três quartos e não apenas à metade, com a conseqüente ampliação da renda potencialmente trazida pelo migrante a um nível de 75% da área de destino do migrante. É claro que esta medida é definida ainda teoricamente, sem validação empírica, mas conceitualmente define o processo de transformações verticais na estrutura da sociedade, consubstanciadas em uma capacidade de produzir uma renda maior. Implícita nesta capacidade estão as transformações de ordem cultural e tecnológica, nos seus hábitos de consumo e higiene. Como este incremento na renda tem efeitos na natalidade e na mortalidade, fica evidenciada a circularidade do processo, pois uma diminuição da natalidade automaticamente aumenta a renda familiar com suas conseqüências no nível de consumo, educação, etc.

A terceira situação é quando a renda atinge níveis superiores a 900 dólares *per capita*, caracterizando assim uma situação de auto-sustentação do processo, com plena absorção da mão-de-obra migrada, que definiria o término do processo de transformação vertical, quer dizer caracteriza um processo no qual o habitante rural já teria atingido um grau de transformação cultural que lhe permitiria ir para a cidade, sendo imediatamente absorvido pelo meio urbano.

Feitas estas considerações sobre as migrações rural-urbano, resta ainda considerar as migrações rural-rural e urbano-urbano.

No que diz respeito à primeira, a migração rural-rural ocorre, como pode ser observado no caso brasileiro, na direção de áreas novas, pioneiras, do tipo norte do Paraná, noroeste do Maranhão e sul de Mato Grosso ou Goiás. A principal característica deste mecanismo é que se do lado das áreas de migração, como vimos anteriormente, há uma reorganização do processo agrícola e maior disponibilidade de terras, sem diminuição ou aumento da produção total, (mas que no agregado foi tomada uma diminuição de 50%), de outro lado, na área de destino há uma absorção total do migrante. Isto porque a área rural quando atrai o migrante por disponibilidade de terras novas e acessíveis, emprega totalmente esta mão-de-obra, gerando um aumento da renda proporcional ao número de migrantes.

No que diz respeito às migrações urbano-urbano o problema é bastante complexo, tanto do lado da área urbana de destino, com níveis de absorção que variam segundo os níveis de renda, conforme foi definido no que se relacionava com a migração rural-urbano, como do lado da área urbana de origem do migrante.

Em primeiro lugar cabe considerar uma questão essencial e relacionada com a própria hierarquia urbana, estreitamente ligada a uma hierarquia de especializações. A cidade seria o lugar onde todas as pessoas estariam procurando vender atividades especializadas e o seu preço (ou salário pago ao empregado) é tanto maior quanto mais sofisticada for a especialização. Assim o migrante rural, semi-analfabeto e não especializado, ocupa o lugar mais baixo na hierarquia. Por outro lado os pequenos núcleos urbanos têm, por definição, pouca variedade de serviços especializados e simultaneamente oportunidades de empregos menores que as dos grandes centros urbanos. Assim eles seriam, ao mesmo tempo, centros de atração do migrante rural e núcleos de emigração para centros de hierarquia superior, criando um sistema de migrações por etapas, cujo objetivo inicial a médio prazo seria a metrópole regional.

Em segundo lugar, considerando que a área rural superpovoadada perde apenas metade da renda total produzida pelos emigrantes, aumentado assim a renda *per capita* dos remanescentes,* as cidades simetricamente perdem apenas a metade da renda (neste caso distribuída, por igual, entre as três atividades básicas de indústria, comércio e serviços). Assim, a tese central, referente à emigração, é a de que ela produz um reajustamento na área ou cidade, que reduz à metade a perda do emigrante, quando esta perda é transformada em perda econômica. É evidente que tal conceito se aplica a uma região subdesenvolvida, de elevado crescimento vegetativo, na qual as migrações por etapas vão renovando o estoque de migrantes potenciais nos vários níveis da hierarquia urbana, alimentadas que são pelo crescimento elevado da população rural.

* Na realidade este aumento é apenas teórico, porque o aumento da população é superior ao número de emigrantes e estes são, via de regra, adultos capazes de produzir alimentos e o aumento via natalidade é apenas consumidor.

Em terceiro lugar há que considerar a natureza e direção da migração, se permanente ou temporária e se intra ou inter-regional. No primeiro caso seria difícil considerá-la em um modelo do tipo do adotado, no segundo caso ela fica inserida na especificação de que a migração de uma área de renda superior a 300 dólares seria de natureza urbana-urbana e inter-regional. Neste caso a rural-urbana seria intra-regional, não especificada no modelo, porém alimentadora do processo de macrocefalia urbana na área subdesenvolvida.

É importante salientar que este processo de macrocefalia urbana, que evidentemente oferece um quadro muitas vezes chocante nas grandes metrópoles regionais da área subdesenvolvida, constitui, em si mesmo, um elemento de pressão, agindo inclusive sobre os organismos políticos, no sentido de criar condições de absorção da mão-de-obra, via criação de empregos industriais, principalmente. A consequência é que estas cidades começam sempre a intensificar o seu desenvolvimento industrial e se tornam significativos centros de prestação de serviços.

Na década de 1960, e ainda agora, metrópoles regionais como Recife, Salvador e mesmo Fortaleza, no Nordeste do Brasil, constituíram-se em significativos núcleos de prestação de serviços e que se estão industrializando mais ou menos rapidamente, fruto das pressões que se fizeram sobre os organismos políticos e de que resultou a política de incentivos fiscais.

Outro aspecto importante a ser considerado, ainda no que diz respeito ao *porquê migrar* refere-se à forma pela qual é transmitido o estímulo para migrar. *Hagerstrand** distingue o migrante ativo do passivo, o primeiro sendo aquele que toma a iniciativa de migrar e o segundo que segue impulsos.

Na legislação brasileira sobre migrações havia a instituição da carta de chamada, que era virtualmente a comunicação do migrante que, bem sucedido, chamava seus parentes ou conhecidos para a área ou cidade onde se radicara. Esta mesma forma é amplamente praticada entre migrantes nordestinos no Centro Sul do Brasil.

Este estímulo para migrar está estreitamente ligado a esperanças e aspirações do emigrante e relacionado com o nível de integração das atividades da área de emigração na economia nacional e com o grau de informação que o migrante tem das oportunidades de emprego fora de sua própria região. Este conjunto forma o que se poderia denominar (e é assim comumente denominado) o campo de informação do migrante, seja individualmente seja agregado, formando o campo médio.

Especificamente este aspecto do problema migratório foi tratado apenas segundo uma estrutura etária; quer dizer: o campo de informação do indivíduo em idades entre 20 e 30 anos de idade é o maior possível, decrescendo para idades superiores e inferiores a este grupo etário. Isto significa que a informação está totalmente contida no diferencial de renda e que ao longo da estrutura etária ela é absorvida mais rapidamente naquele grupo do que nos outros, segundo a seguinte escala:

- 1 — Os grupos etários 0 a 14 e 45 a 54 teriam um índice de 2.0.
- 2 — Os grupos etários 15 a 19 e 30 a 44 teriam um índice 3.0.
- 3 — O grupo etário 20 a 29 teria um índice 4.0.
- 4 — O grupo etário 55 a 74 teria um índice 1.0.
- 5 — Acima de 75 anos o índice seria 0.0. o que elimina a migração.

* Hagerstrand, T. Migration and Area: Survey of a sample of Swedish migration fields and Hypothetical considerations on their Genesis, in Lund studies in Geographie, Ser. B, 13 1957, 132.

Isto significa ainda (considerando que apenas metade do número de pessoas com idades de 0 a 14 anos migra, em comparação com as de 20 a 29 anos) que uma parte substancial da migração seria de pessoas solteiras, ou que se casadas migraria sem suas famílias, pois, não havendo distinção do migrante por sexo, torna-se impossível distinguir a migração de homens solteiros, o que sem dúvida ocorre em maior escala.

Examinados todos estes aspectos do problema migratório, verifica-se que eles estão muito ligados ao problema qualitativo da migração. Mas é fora de dúvida que existe uma dimensão quantitativa nas migrações, tanto do nível inter-regional, que define a quantidade de migrantes de cada lugar para outro, quanto no nível nacional que define a quantidade total de pessoas que migram.

No primeiro caso, seguindo a linha do modelo gravitacional, um fator massa produz a intensidade da interação entre cada par de lugares e uma distância produz o atrito.

A intensidade da interação não seguiu, no modelo, a linha da massa de habitantes e sim a massa de produção, informação que existe no contexto do modelo geral. Entretanto, estabelece comportamentos estruturais diferentes, segundo os níveis de renda:

- 1 — Para nível de renda inferior a 300 dólares esta interação é produzida pela renda da Agricultura multiplicada por 5, pela da Indústria multiplicada por 2, pela dos Serviços multiplicada por 2 e pelo do Comércio, dividindo-se o conjunto por 10 que é a soma das ponderações. Considerando que a migração, a este nível de renda é essencialmente rural-rural, é a renda da agricultura o principal fator da interação. Recorde-se que é o diferencial de renda *per capita* que produz a direção da migração, embora ao ser multiplicado pela massa um diferencial maior produza uma migração maior. No caso de áreas rurais, com terras férteis, acessíveis e disponíveis, capazes de atrair migrantes, um fator potencial de migração é introduzido, no modelo, que tem o efeito de alterar a renda *per capita*, para os fins de migração, podendo reverter o fluxo de migrações para lugares de renda inferior. Como não se dispõe de evidência empírica sobre este potencial, ele é mantido com um valor 1.0, que não altera a renda.
- 2 — Para um nível de renda entre 300 e 600 dólares, multiplica-se a renda da Agricultura, da Indústria e dos Serviços por 3 e a do Comércio por 1, dividindo-se o total por 10. Esta modificação indica uma perda da Agricultura, em sua capacidade de atrair migrantes, aumentando-se um pouco a da Indústria e dos Serviços. Fica implícita a noção de que, nesta fase, a migração passa a ser urbana, seja urbana-urbana, se a renda do lugar de origem for superior a 300 dólares, ou rural-urbana, se a renda do lugar de origem for inferior a 300 dólares. Fica implícito ainda que urbanização continua a ser produzida por crescimento igual dos setores serviço e indústria (na realidade maior no serviço, uma vez que o setor comércio também faz parte do setor serviços).
- 3 — Para um nível de renda entre 600 e 900 dólares o poder da Agricultura ainda continua diminuindo e a Indústria aumenta de 3 para 4; os Serviços continuam com peso 3 e o Comércio tem peso 1. Nesta faixa de renda o poder da Indústria em atrair migrantes é maior, presumindo-se que nesta situação

o processo industrial atinge sua etapa mais significativa, em comparação com as outras faixas. Abaixo dêste nível os serviços têm uma significação maior, embora com a cotação de principal setor do subemprego. Acima dêste nível voltam a ser mais importantes, pela caracterização da sociedade de consumo, com níveis elevados de renda, como uma sociedade de prestação de serviços.

- 4 — Para níveis de renda superior a 900 dólares a única diferença é a predominância, já mencionada, do setor serviços, na definição da interação entre cada par de lugares.

Estas quatro situações estruturais, que seguem a linha geral do modelo, especificam a intensidade da interação entre cada par de lugares, mas ainda não definem a quantidade de gente que migra, colocada em um contexto de "intervening opportunity", no qual a quantidade total de migrantes é inicialmente especificada em termos de um percentual da população do país, percentual este que é modificado subsequentemente segundo a variação de renda ocorrida no país, como um todo, e em relação à renda do período inicial.

Este é um aspecto crucial do problema migratório, no que diz respeito a uma simulação do processo futuro, pois, embora partindo de período anterior conhecido para estimar os parâmetros, projeta o processo para períodos subsequentes, baseado na concepção de que o total de pessoas que migra no país é fundamentalmente determinado pelas diferenciações regionais de renda.

Finalmente, seguindo a linha do modelo gravitacional, uma transformação logarítmica da distância é utilizada como atrito, fazendo com que a migração lhe seja inversamente proporcional. Muitas transformações da distância têm sido utilizadas mais freqüentemente, o quadrado dela ou o seu logaritmo, dependendo do efeito que se deseje. O quadrado da distância tem o efeito de praticamente impedir a migração a lugares distantes, o que ocorreria em um país grande como o Brasil, com valores superiores a dois mil quilômetros. De outro lado, o logaritmo da distância atenua os efeitos dos espaços maiores e acentua, por consequência, os efeitos dos menores. O que acontece no Brasil, no caso de São Paulo e Guanabara, as duas áreas mais desenvolvidas e com potencial de atração de migrantes — é que as áreas contíguas a elas já alcançaram um nível intermediário de desenvolvimento e recebem também migrantes do Nordeste, como é o caso do Paraná e mesmo Minas Gerais, com pouca emigração para os centros metropolitanos, uma vez que têm suas próprias áreas dinâmicas, para onde as migrações são orientadas.

Levantamento das Áreas Geoeducacionais Brasileiras

O Instituto Brasileiro de Geografia vem colaborando ativamente com o Conselho Federal de Educação, do Ministério da Educação e Cultura, no esforço de dotar a rede de estabelecimentos de ensino superior de bases mais racionais para a formulação da política educacional do País. Esta colaboração se processa em termos de convênio MEC-Fundação IBGE, com o objetivo de levantamentos e pesquisas censitárias destinados ao projeto de delimitação dos distritos geoeducacionais preconizados pelo Art. 10, da Lei n.º 5.540 de 28 de novembro de 1968 e conforme indicação constante do Programa de Metas referentes à planificação nacional da estratégia de expansão e desenvolvimento no setor do ensino superior.

Os estudos que se desenvolvem na área de atividades geográficas da Fundação IBGE, obedecem, conforme cronograma de trabalhos estabelecidos pelo IBG, a três etapas distintas. As duas primeiras têm por finalidade a definição de pólos educacionais; a última, a definição dos distritos geoeducacionais. A 1.ª etapa foi cumprida no período determinado, julho do corrente; a 2.ª, em desenvolvimento, tem prazo prefixado até dezembro de 1971 e a 3.ª será desenvolvida em 1972.

V Congresso Brasileiro de Cartografia

Reunindo cerca de 400 congressistas realizou-se, em Brasília, o V Congresso Brasileiro de Cartografia, durante o período de 18 a 25 de julho passado, promovido pela Sociedade

Brasileira de Cartografia sob a presidência do Coronel Aristides Barreto.

Participaram eminentes personalidades e técnicos vindos de todas as Unidades da Federação e, como convidados especiais, o Dr. Arthur Brandenberger, da Universidade de Laval, Quebec, Canadá; Dr. Garret C. Tewinkel, pesquisador da USA Coast & Geodetic Survey, de Washington e o Dr. Morris Lester Mckenzie da USA Geological Survey, de Washington, cujas presenças deram ao conclave caráter internacional.

A Sessão Solene de Abertura do V CBC foi presidida pelo Ministro da Educação e Cultura, Coronel Jarbas Passarinho, com a presença de altas autoridades civis e militares. Foi enaltecida a atuação da SBC reunindo técnicos e pesquisadores, nacionais e estrangeiros, todos voltados ao fim comum — mapeamento do território nacional.

Participaram das Sessões Técnicas, entre outros, os membros da delegação da Fundação IBGE apresentando as seguintes comunicações: — o DECART em 1971 (Luiz Carlos Carneiro) — Elaboração e Preparo de Cartas Topográficas — 1: 150.000 e 1: 100.000 (Fernando Alves Moitas) — A Importância da Toponímia nos Mapeamentos (José de Mattos) — A documentação Cartográfica e a Produção de Cartas (Paulo de Souza França) — Informações sobre a Utilização da Computação Eletrônica nos Cálculos Cartográficos (Josias Ribamar Silva) — Resultado da Aplicação da Triangulação Semi-Analítica no DECART (Josias Ribamar Silva) — O Plano Mínimo para os Atlas Estaduais (Marília Velloso Galvão).

EXPOSICARTA/71 — Bastante visitada, a mostra cartográfica, montada como parte da programação do V CBC, proporcionou ao público em geral visão das atividades cartográficas em desenvolvimento no País e dos modernos processos técnico-científicos utili-

zados atualmente nesse campo específico de Engenharia.

Tomaram parte 18 expositores dentre os quais a Fundação IBGE, DSG, DHN, UEG, PROSPEC, GEOFOTO, GEOCARTA, INCRA, SUDENE.

XXV Congresso Brasileiro de Geologia

A partir de 5 de setembro até o dia 12 do mesmo mês, realizou-se em São Paulo o XXV Congresso Brasileiro de Geologia, comemorando o Jubileu de Prata da Sociedade Brasileira de Geologia.

Renomados pesquisadores compareceram como conferencistas, quer no âmbito de sessões técnicas, de simpósios ou do Congresso.

Curso de Férias 5/16 de Julho/71

Visando ao aperfeiçoamento de professores do ensino médio, realizou-se no período de 5 a 16 de julho próximo findo, mais um curso de férias para professores de Geografia, promoção do IBGE. A Organização do Espaço na Faixa Tropical e a Reformulação do Ensino da Geografia no Curso Médio, foram os temas abordados.

Frequenteram o curso 125 professores de 15 Estados do Brasil, estando mais representados, pelo número, os Estados da Bahia, Minas Gerais, Guanabara, Estado do Rio de Janeiro e São Paulo.

Encerrou o curso uma excursão pelo Anel Rodoviário do Estado da Guanabara, gentileza do DER-GB.

Participaram como docente os professores Ney Strauch, Maria Francisca Thereza Cardoso, Rachel Mocellin, João Rua, Luiz Antônio Ribeiro, Clóvis Dottori, Maurício Silva Santos, Hilda da Silva, José César de Magalhães Filho, Ney Rodrigues Inocêncio, Celeste Rodrigues Maio e Antônio P. de Souza Campos.

IBG Realiza Cursos de Geografia em Lorena (SP) e Lins (SP)

Por solicitação da Faculdade Salesiana de Filosofia, Ciências e Letras de Lorena, o Instituto Brasileiro de Geografia promoveu naquela instituição de ensino, de 21 a 31 de agosto, um Curso

de Geografia Urbana. As aulas foram ministradas pelos geógrafos Maria Francisca Thereza Cardoso, Chefe do Centro de Cooperação Técnica do DE-DIGEO e Roberto Lobato Azevedo Corrêa.

Constou do curso uma orientação para pesquisa de campo sobre o tema "O Centro Comercial de Lorena".

Também Lins, no Estado de São Paulo, solicitou a colaboração do Instituto Brasileiro de Geografia, através da realização de um Curso na Faculdade "Auxilium" de Filosofia, Ciências e Letras, no período de 11 a 21 de setembro. Leitura e Interpretação de Cartas foi o tema.

Os professores designados para ministrar esse curso foram os geógrafos Maria Francisca Thereza Cardoso, Celeste Rodrigues Maio e Ary de Almeida.

Estruturação da Grande São Paulo

LANGENBUCH, Juergen Richard — *Estruturação da Grande São Paulo. Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro de Geografia da Fundação IBGE — 1971 — 350 páginas — 10 mapas, 41 fotografias 16x23 cm. Coleção Biblioteca Geográfica Brasileira — Série A "Livros" — Publicação n.º 26.*

Editado pelo Instituto Brasileiro de Geografia da Fundação IBGE, já se encontra à disposição do público o livro *Estruturação da Grande São Paulo*, de Juergen Richard Langenbuch, geógrafo e professor com presença definida em nosso meio científico.

A era industrial criou com as grandes cidades de crescimento desordenado, problemas para os quais governos, sociólogos, urbanistas e outros procuram soluções, sob pena de não ser possível atender com moradias e serviços públicos ao grande incremento populacional que nelas ocorre. O mais grave é que sendo extensa a influência dessas concentrações urbanas, elas atuam sobre as áreas geográficas em que se localizam, nelas infundindo seus caracteres e vícios, o que torna mais difícil obter soluções satisfatórias e a curto prazo.

A reformulação de critérios e procedimentos administrativos parece ser a forma pela qual será possível vencer as numerosas dificuldades que se impuseram aos moradores desses verdadeiros *monstros urbanos*, pelo que as autoridades governamentais, ao aceitarem o desafio dessa *explosão urbana* do mundo moderno, necessitam contar com subsídios, entre os quais avultam os fornecidos pelas ciências sociais e em particular pela Geografia.

Estruturação da Grande São Paulo é uma obra de síntese de alto nível, na qual se apresenta uma cuidadosa análise de evolução da estrutura urbana da maior cidade brasileira.

Índice de Topônimos da Carta do Brasil ao Milionésimo

Departamento de Cartografia, IBG — Índice de Topônimos da Carta do Brasil ao Milionésimo. Rio de Janeiro — Instituto Brasileiro de Geografia da Fundação IBGE — 1971 — 334 páginas — 1 cartograma.

O Instituto Brasileiro de Geografia editou recentemente o *Índice de Topônimos da Carta do Brasil ao Milionésimo*, organizado por técnicos do Departamento de Cartografia (DECART).

A nova publicação do IBG relaciona dezenas de milhares de termos toponímicos que ocorrem nas folhas da Carta do Brasil 1: 1.000.000. Fornece, em abreviaturas, para cada topônimo, a categoria geográfica (rio, lago, ilha, cidade, vila, povoado, etc.), o Estado

ou Território, a posição da folha no diagrama geral da Carta ao Milionésimo, a data de lançamento, e referência para a localização na carta.

Tem o formato 22x30, com 334 páginas impressas em papel acetinado.

Novos Títulos nas Fôlhas da Carta do Mundo ao Milionésimo

A Comissão Nacional de Planejamento Geográfico e Cartográfico (CONPLANGE) aprovou modificações em alguns dos títulos das folhas da Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo.

Pará, Paraíba, Acre, Bahia, Uaupés, Amapá, Parima e Madeira passarão, respectivamente, a denominarem-se Belém, Natal, Rio Branco, Salvador, Pico da Neblina, Macapá, Boa Vista e Pôrto Velho.

As modificações têm por objetivo o estabelecimento de uniformidades de critério na escolha dos títulos das folhas da CIM, segundo o nome do elemento ou característica geográfica mais importante.

