

CHUVAS INTENSAS NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL:
ASPECTOS CLIMÁTICOS

Dagoberto Sobreira de Moura
Ivan Pereira de Abreu

ABSTRACT

Using the monthly rainfall of the period between 1970 and 1980, caught from the meteorological stations from South-east of Brazil, the mean deviation normalized was determined, established by the precipitation of a hundred and fifteen stations.

After that, it was applied an analysis of the main components from the selected months (august and december), and was defined, with the daily precipitation values, the number of significant eigenvectors on the region, trying a characterization of the rainy and dry months.

RESUMO

Utilizando-se os dados de precipitação mensais do período compreendido entre 1970 e 1980, obtidos em estações meteorológicas da região sudeste do Brasil, foi determinado o desvio médio normalizado com base nas precipitações de cento e quinze estações.

Em seguida, aplicou-se a análise de componentes principais dos meses selecionados (agosto e dezembro), e foi definido, com os valores diários de precipitação, o número de autovetores significativos na região, tentando uma caracterização dos meses chuvosos e secos.

METODOLOGIA

Inicialmente, foi estudado o desvio médio normalizado (desvio médio dividido pelo desvio padrão) para as cento e quinze estações selecionadas na região sudeste. A técnica do desvio médio normalizado foi adotada porque possibilita usar, de maneira sintética, os dados de precipitação de toda a área em questão para a determinação dos anos chuvosos e secos. Portanto, o resultado reflete a estrutura da precipitação para toda a região de estudos, em termos de distribuição temporal.

Os estudos feitos nos últimos anos têm sido aproveitados por meteorologistas e climatologistas que estão explorando as vantagens da representação dos campos de variáveis meteorológicas ortogonais empíricas. Estas vantagens sobre outras representações ortogonais convencionais (séries de Fourier, polinômios de Tschelychev, etc.) se devem ao fato de que a máxima variância pode ser explicada pela seleção de Autovetores associados aos maiores autovalores da matriz de correlação apropriada. Além disso, é possível obter explicações físicas para as configurações da distribuição espacial de alguns dos Autovetores.

Várias aplicações desta técnica a problemas meteorológicos têm sido usadas na área da previsão estatística, pois a ortogonalidade dos Autovetores e dos coeficientes a eles associados assegura previsões independentes. Kutzbach (1967) introduziu uma interessante aplicação das representações de Autovetores através do estudo da inter-relação entre os campos da pressão ao nível do mar, da temperatura à superfície e da precipitação, mostrando que as configurações dos primeiros Autovetores dessas variáveis climáticas retratam realisticamente a estrutura de covariância de seus campos.

Foi objetivo da presente investigação estudar as vantagens da análise dos Autovetores empíricos da precipitação na descrição e diagnose de períodos chuvosos e secos na região sudeste do Brasil. Foram escolhidos os meses de agosto e dezembro como representativos de menor e maior precipita

ção, respectivamente, sendo utilizados totais diários e mensais de cento e quinze estações meteorológicas, cobrindo um período de onze anos (1970-1980).

DESENVOLVIMENTO

O trabalho sobre Autovetores começou a ser feito com o levantamento dos meses que poderiam ser considerados mais chuvosos ou secos para o período em estudo (1970-1980) das cento e quinze estações selecionadas da região sudeste do País.

Tomou-se como ponto de partida calcular a média total e também o desvio padrão total, ambos para o intervalo 70/80. Em seguida, adicionou-se um ao outro para se ter uma visão ampla de quais os meses que excediam a este somatório. Este estudo é mostrado no anexo 1, no qual foram plotados os onze anos, mês a mês, em gráficos separados, mostrando a existência de cinco janeiros e novembros excedentes, bem como o mês de dezembro, excedente nove vezes. Assim sendo, o mês de dezembro, por ter se mostrado nove vezes excedente num total de onze anos, foi escolhido como o mês mais chuvoso deste período.

Em contrapartida, trabalhou-se com a média total menos o desvio padrão para se ter uma idéia de qual seria o mês mais seco para o período em estudo. Neste caso obteve-se um fato a ser analisado. Nos meses de junho e agosto foi encontrado o mesmo número de casos (quatro vezes) e, sendo assim, optou-se pelo mês de agosto, na igualdade. Agosto tem, dos onze anos, sete em menos quantidade de precipitação, contra quatro de junho. Existe, ainda, um ano em que o índice de agosto é negativo com relação à média total menos o desvio padrão, e, na soma total dos onze anos, o mês de agosto aparece com menos quantidade de precipitação do que o mês de junho.

Após esta escolha, pegou-se estes meses e computou-se valores diários para uma representação do campo da precipitação em termos de componentes principais, que pode ser formulada de

diversas maneiras, sendo que na presente análise usou-se a de Freiburger & Grenander (1965), por enfatizar as características descritivas da representação pretendida.

Matematicamente, o método consiste em encontrar uma matriz E que satisfaça a relação

$$E^T \cdot SE = D$$

onde E é matriz dos autovetores, associada a matriz simétrica S, obtida a partir da matriz de observações. A matriz E^T é a transposta de E e D é uma matriz diagonal, cujos elementos são os autovetores ordenados decrescentemente.

Em seguida se impõe a condição de que $E^T \cdot E = I$, onde I é uma matriz unitária. A solução do problema fica então reduzida a uma análise matricial clássica.

Os autovetores necessários à descrição climatológica da precipitação podem ser determinados tanto a partir de valores de anomalias em relação geral (matriz covariância) quanto pelo uso de valores normalizados (matriz correlação).

A presente análise foi feita através do pacote estatístico SPAD (Systeme Portable pour l'Analyse des Données), Lebart & Morineau (1985).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O resultado da análise do desvio médio normalizado pode ser sintetizado na figura 1, que mostra que o ano de 1979 foi o mais chuvoso do período, com precipitações acima da média em quase toda a região em estudo, com desvio médio normalizado de 2.7, e os anos de 1970 e 1971 foram considerados como os mais secos com desvio de -1.1.

Com relação ao mês de dezembro (mês escolhido como mais chuvoso), notou-se na figura 2 (figura da chuva média diária), que as áreas de maior concentração de chuva na região estudada foram Sudoeste e Sul de Goiás, Sudeste e Sul de Minas Gerais e

ainda o Norte de São Paulo.

A explicação sinótica que se pode dar seria o envio de umidade proveniente da Floresta Amazônica, em virtude da divergência existente nesta região, motivada pela pressão mais baixa encontrada nesta área. Quanto à outra área de chuva média alta localizada na Região Sudeste do Estado do Rio de Janeiro, vê-se a contribuição da Serra do Mar, fazendo com que haja, neste local, o efeito orográfico.

Ainda pode-se reforçar estas afirmativas com os valores mais elevados de chuva que, correspondem à Área de Atuação do Autovetor 1 (área clara da figura 3), área esta que foi desenvolvida com a plotagem das vinte estações (dez acima e dez abaixo) em que o Autovetor correspondente mais atuou, em relação ao eixo central do Autovetor 1, exceção verificada na parte Sudoeste de Goiás, que ficaria justificada pela injeção de umidade enviada pela Região Amazônica, citada anteriormente.

Quanto à correspondência entre as chuvas intensas (figura das médias diárias) e o Campo de Variação do Autovetor (figura 4) no Sudoeste de Minas Gerais, ela existe bem nítida, porém não se corresponde com a parte central do mesmo Estado, mas isto não é significativo, pois nesta área a chuva ainda é considerada de boa intensidade.

Ao analisar-se as Áreas de Atuação do Autovetor 2 (figura 3), observou-se que as áreas hachuradas correspondem à linha "00" do Campo de Variação do Autovetor 2 (figura 6). Nota-se que a linha "00" separa o regime de chuvas tropicais e temperadas, coincidindo com a linha existente no Atlas Climatológico do Brasil - trimestre mais chuvoso - a linha que separa DJF (dezembro, janeiro e fevereiro) de NDJ (novembro, dezembro e janeiro): isto é, o regime tropical de máximas chuvas está adiantado em relação à parte mais sul.

Detectou-se também a existência de uma correspondência da isolinha "00" do Autovetor 2 com os máximos da chuva média diária (figura 3), ao contrário do Autovetor 1, que tem seus máximos nesta faixa.

Quanto à Área de Atuação do Autovetor 3 (figura 3), na área Sul, nota-se a influência das frentes bloqueadas com o ramo Oeste ligado à baixa do Chaco. Com relação à parte mais continental, parece apresentar, neste Autovetor, o efeito Continente-Oceano.

Já em se tratando do período mais seco (mês de agosto), notou-se na ilustração, da chuva média diária (figura 7) que as regiões onde há predominância de chuva quanto a intensidade, estão a Nordeste e Sudeste, ou seja, na região litorânea da área em estudo.

Ao se iniciar a análise do período seco, atacou-se inicialmente o Autovetor 1, por ser o mais importante dos Autovetores, segundo aparece na bibliografia especializada. A primeira comparação foi entre a chuva média diária (figura 7) com o Campo de Variação do Autovetor 1 (figura 9). Observou-se inicialmente que a linha "00" da figura 7 coincide com a linha de mesmo valor da figura 9, contudo no campo de variação do primeiro Autovetor havia um setor de máximo localizado no Sul de Minas Gerais e Norte de São Paulo, centro este marcado de valores menores em seu bordo, enquanto que na figura das médias diárias das precipitações, esses valores são crescentes quase continuamente de norte para sul e do interior para o litoral.

Notou-se também que as Áreas de Atuação mais efetivas do Autovetor 1 (figura 8) correspondem aos valores máximos do Campo de Variação do Autovetor 1 (figura 9), embora estas configurações não tenham, numa primeira inspeção, uma boa correspondência com as características fisiográficas regionais.

Em relação ao Autovetor 2, o que se tem a dizer é que a linha "00" do Campo de Variação do Autovetor 2 (figura 10) que se divide a região estudada em duas partes simétricas, sendo que a parte continental Norte caracteriza-se com poucas chuvas e as partes Sul e Litorânea com maior precipitação. Existe ainda a coincidência entre as máximas encontradas na média diária (figura 7) com os valores nulos da figura 10, coincidência esta localizada no litoral da Região em estudo, o que sugere que o se-

gundo Autovetor está relacionado ao regime estacional de chuvas de inverno na região Sudeste do Brasil.

Em se tratando do Autovetor 3, a primeira conclusão foi notada na coincidência dos valores de chuva média diária máxima (figura 7), exceto a Sudoeste e Sul do Estado de Goiás. Ainda existe a correspondência da linha "00" do Campo de Variação do Autovetor 3 (figura 11), a qual passa basicamente pelas áreas quadriculadas (figura 8) do Autovetor 3, indicando ser o terceiro Autovetor relacionado ao efeito de continentalidade no controle da chuva de inverno.

BIBLIOGRAFIA

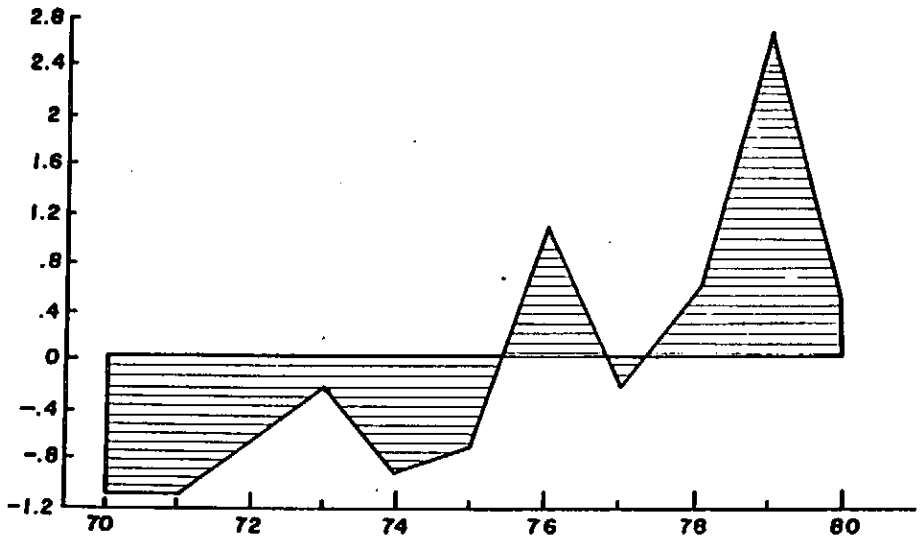
- FREIBERGER, W. & GREANDER, V. On the formulation of statistical meteorology. Rev. Inter. Statist. Inst., 33, 1965, 59-86.
- ISANTA, L.A. Classification de regions climaticas por meio de los vetores propios cronologicos de la variacion intra-anual de la precipitation. Revista de Meteorologia, 19, 1980, 849-856.
- KUTZBACH, J.E. Empirical eigenvectors of sea level pressure, surface temperature and precipitation complexes over North America. J. Appl. Meteor., 6, 1967, 791-802.
- LEBART, L. & MORINEAU, A. Systeme portable pour l'Analyse des Données. Paris, Cesia, 1985.
- SELLERS, W.D. Climatology of monthly precipitation patterns in the western United States, 1931-1966. Mon. Wea. Rev., 96, 1968, 585-595.

DISTRIBUIÇÃO DAS FIGURAS

Fig. 1 - Desvio Médio Normalizado das 115 estações (período 70/80)

- Fig. 2 - Chuva Média Diária referente ao mês de dezembro (período 70/80)
- Fig. 3 - Áreas de Atuação dos Autovetores 1, 2 e 3 referentes ao mês de dezembro (período 70/80)
- Fig. 4 - Campo de Variação do Autovetor 1 no mês de dezembro (período 70/80)
- Fig. 5 - Campo de Variação do Autovetor 2 no mês de dezembro (período 70/80)
- Fig. 6 - Campo de Variação do Autovetor 3 no mês de dezembro (período 70/80)
- Fig. 7 - Chuva Média Diária referente ao mês de agosto (período 70/80)
- Fig. 8 - Área de Atuação dos Autovetores 1, 2 e 3 para o mês de agosto (período 70/80)
- Fig. 9 - Campo de Variação do Autovetor 1 no mês de agosto (período 70/80)
- Fig. 10 - Campo de Variação do Autovetor 2 no mês de agosto (período 70/80)
- Fig. 11 - Campo de Variação do Autovetor 3 no mês de agosto (período 70/80)

DESVIO MÉDIO NORMALIZADO



PERÍODO DE 1978 A 1980

DADOS DE PRECIPITAÇÃO 115 ESTAÇÕES

FIGURA 1

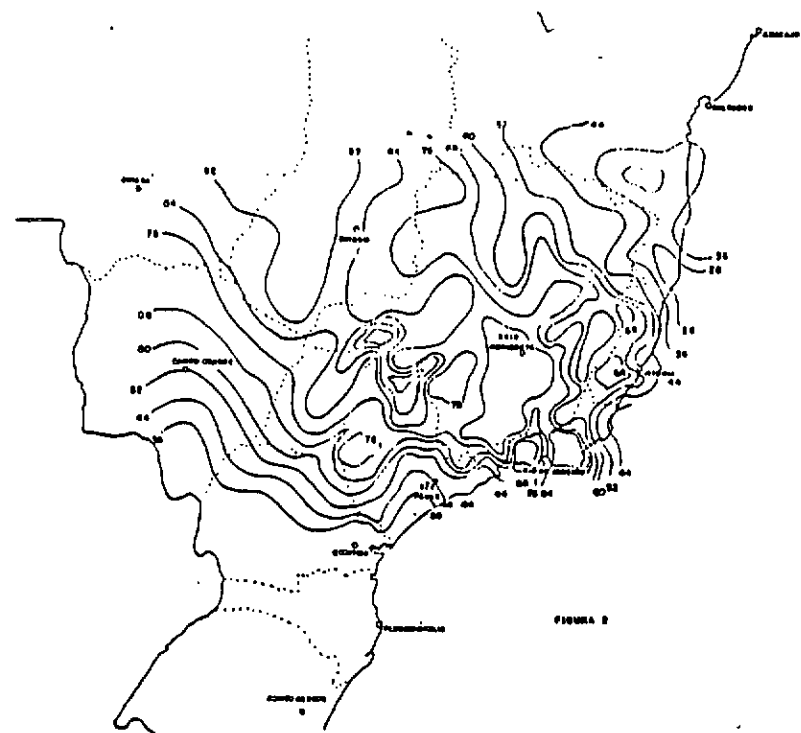


FIGURA 2

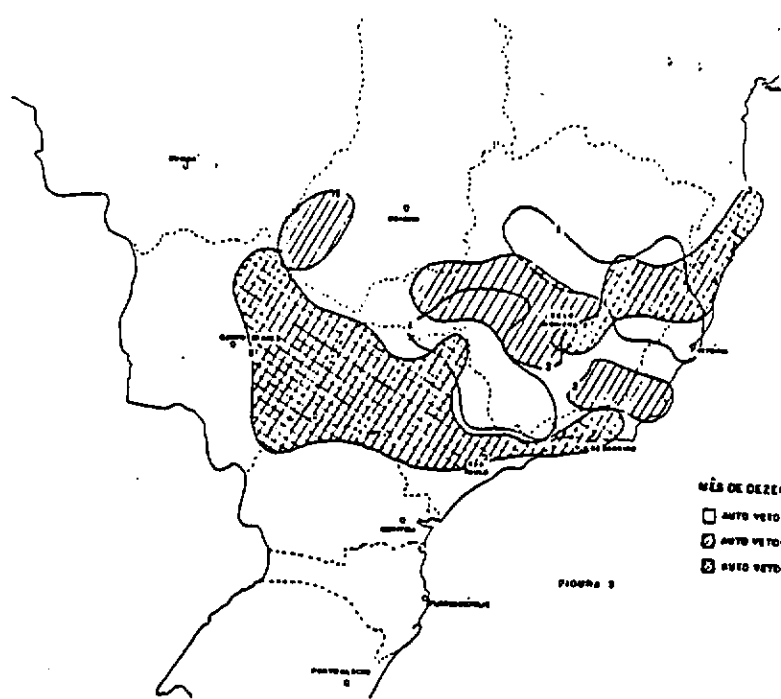


FIGURA 3

MES DE DEZEMBRO

□ AUTO VELO

▨ AUTO VELO

▩ AUTO VELO

▧ AUTO VELO

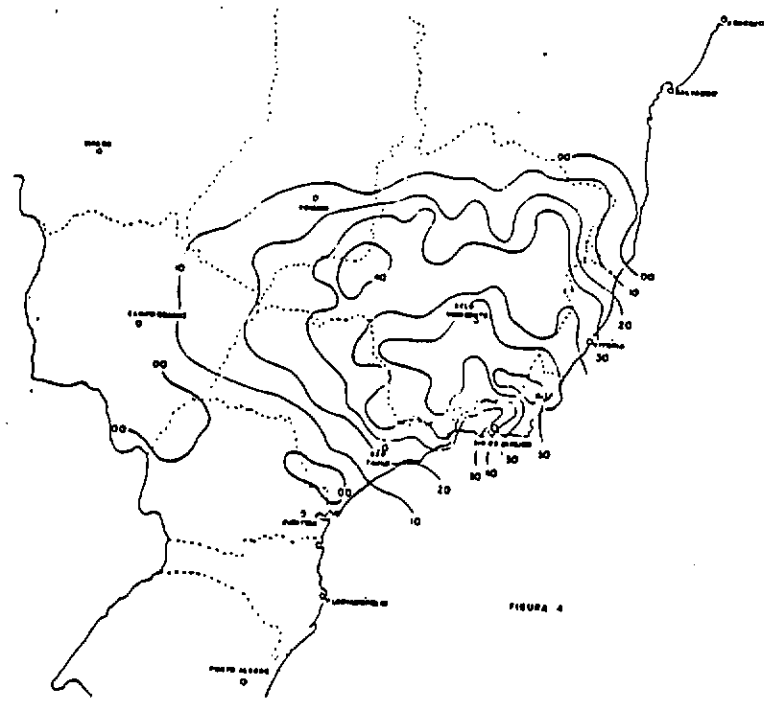


FIGURE 4

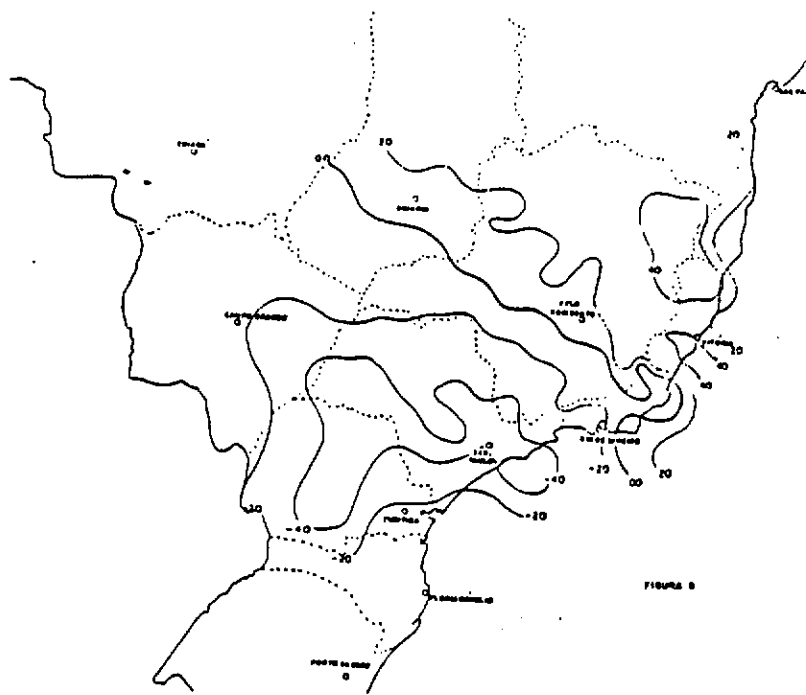


FIGURE 5

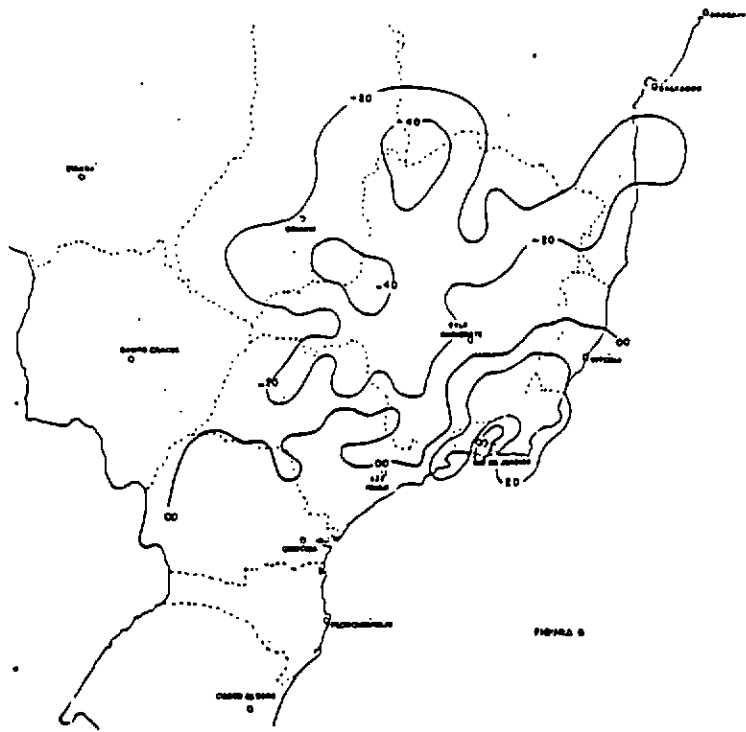
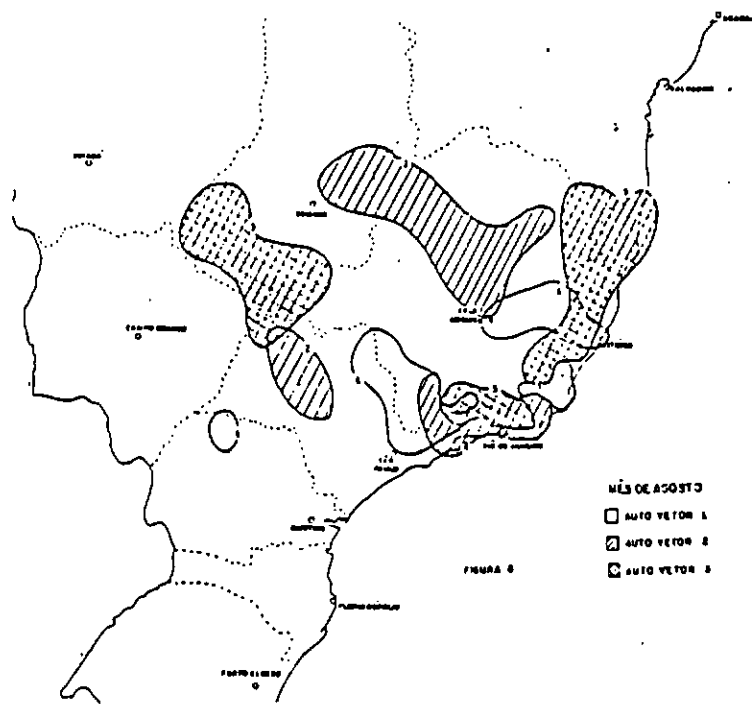
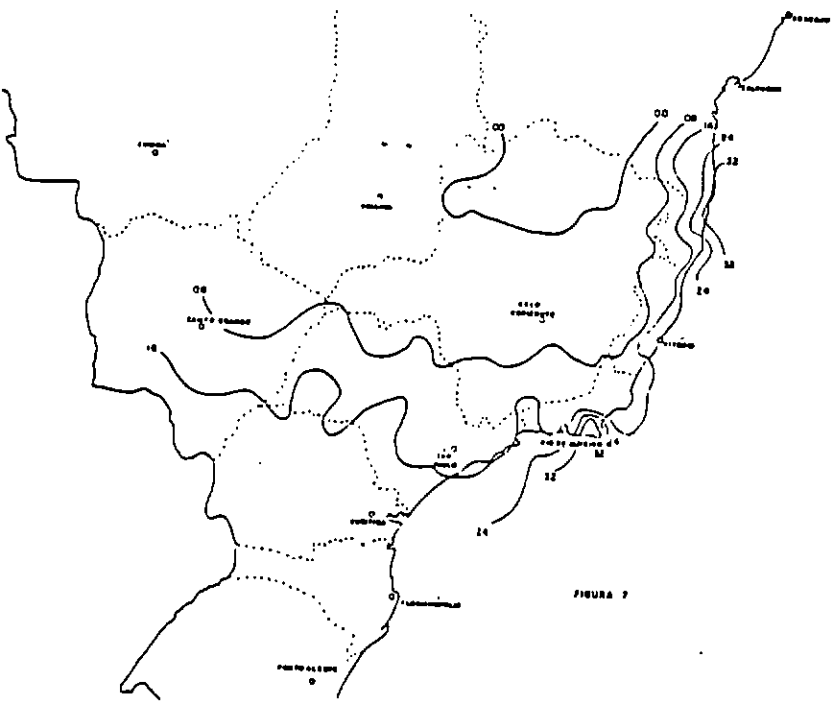


FIGURE 8

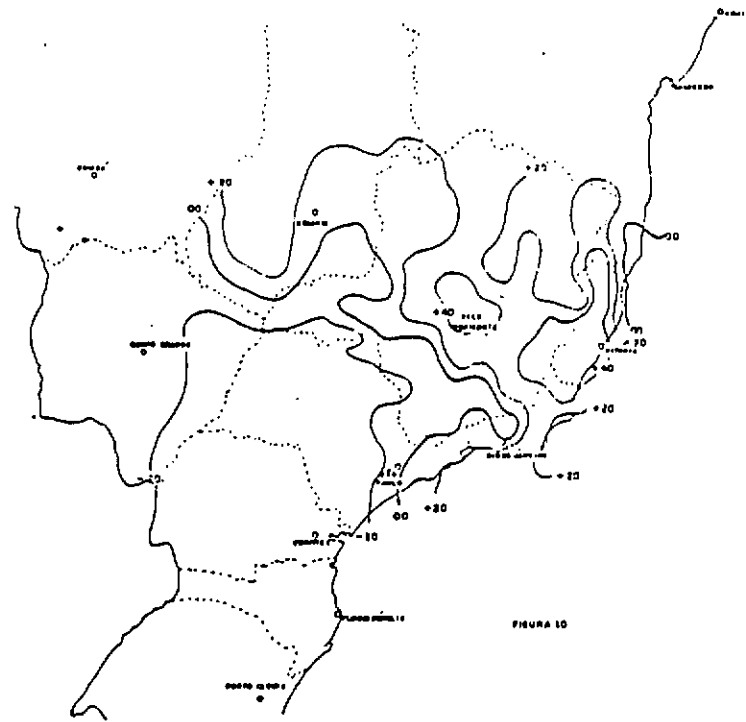
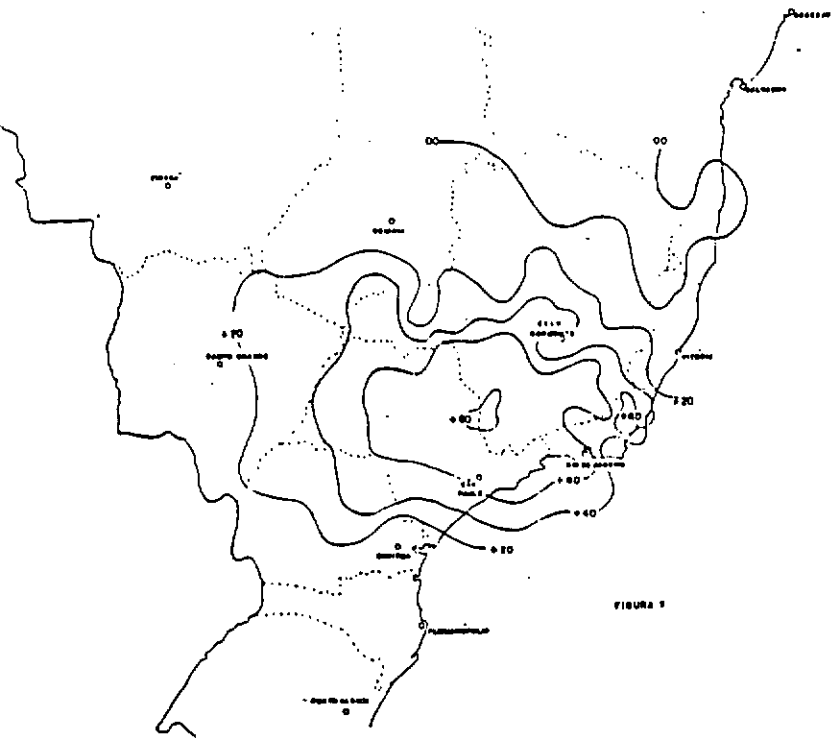


MES DE AGOSTO

□ AUTO VECTOR 1

▨ AUTO VECTOR 2

▩ AUTO VECTOR 3



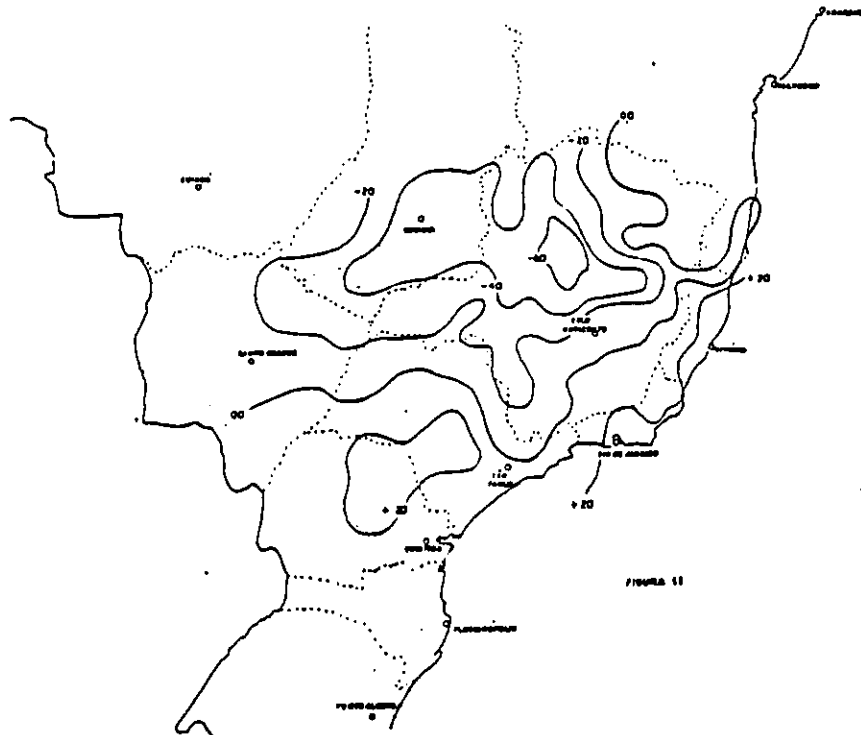


FIGURE 11