

# TIPOLOGIA CLIMÁTICA DO ESTADO DE SÃO PAULO SEGUNDO TÉCNICAS DE QUANTIFICAÇÃO (\*)

Luiza Luciana Salvi (\*\*)

## INTRODUÇÃO: TEMA E OBJETIVOS

Duas são as linhas de abordagem para a classificação climática: a qualitativa, buscando o processo climático, se define na escala regional, e a quantitativa que busca a estrutura climática em função dos atributos locais do clima. Essas duas abordagens mantêm uma relação estreita entre si: a estrutura somente é compreensível à medida que for submetida ao processo e este, por sua vez, possui interesse prático à medida que seus efeitos se diversificam espacialmente segundo a influência dos fatores locais.

Köppen desenvolveu uma classificação climática para o globo partindo dos atributos locais do clima (através de médias anuais ou mensais da temperatura e precipitação) e alcançou tipos climáticos regionais. Esta abordagem prevalece nos sistemas de classificação climática, sendo seguida por outros autores, tais como Thornthwaite.

STRAHLER (1951), preferindo o aspecto qualitativo genético, propôs uma classificação climática baseada na gênese dos tipos de tempo. Assim partiu da escala regional, considerando a "localização das regiões de massas de ar e a natureza e movimento das massas de ar, frente e distúrbios ciclônicos" (p. 189). Nessa mesma linha de abordagem, a genética, tendo ainda uma preocupação voltada para ressaltar a importância geográfica do ritmo climático, MONTEIRO (1964-1973) alcançou um modelo de classificação para o Estado de São Paulo,

trabalhando na escala regional e utilizando o "índice de participação das massas de ar"<sup>1</sup>.

Atualmente as abordagens quantitativas vem sendo aplicadas amplamente em geografia, tanto aos aspectos sócio-econômico quanto naturais, já que as técnicas de quantificação se desenvolveram e sofisticaram com a utilização da computação eletrônica. A princípio o uso dessas técnicas sofisticadas apresentou-se como a possibilidade de renovação e teorização em geografia, mas em seguida, submetidas à críticas tomou-se consciência de sua ênfase no caráter estrutural e portanto estático que, por si só, "não é capaz de indicar qual dos vários processos causais igualmente plausíveis, mas fundamentalmente diferentes, havia dado origem aos padrões que [Dacey] estava estudando" (BERRY, 1972, 3).

Em climatologia particularmente, as técnicas quantitativas foram aplicadas à classificação por STEINER (1971) nos Estados Unidos, citado por ABLER *et alli*, McBOYLE (1973) na Austrália,

---

(\*) — Trabalho realizado sob os auspícios da Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de São Paulo (FAPESP) graças a Bolsa de Iniciação Científica no período de agosto de 1978 a julho de 1979 e sob orientação do Professor Livre-Docente Dr. Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro. Trabalho recebido para publicação em Setembro de 1982.

(\*\*) — A autora, durante a realização da pesquisa, era aluna de graduação em Geografia (Bacharelado) junto ao Departamento de Geografia da FFLCH — USP.

(1) — Outro estudo semelhante, orientado por aquele autor, foi efetuado para o Estado da Bahia estando publicado no Atlas Climatológico da Bahia (Documento Final) — CEBLAP, 1978.

CHARRE et DUMOLARD (1973) na Turquia, MILLER et AUCLAIR (1974) no Canadá, WILLMOTT (1977) na Califórnia, AYOADE (1977) na Nigéria e AOUAD (1978) no Estado da Bahia, de nosso conhecimento.

STEINER, McBOYLE, CHARRE et DUMOLARD, AYOADE e AOUAD utilizaram as análises fatorais e de agrupamento para variáveis climáticas, sendo que com o trabalho de STEINER só tivemos contacto através da citação mencionada e que tivemos oportunidade de analisar o de CHARRE et DUMOLARD em momento bastante adiantado da pesquisa. MILLER et AUCLAIR e WILLMOTT utilizaram a análise dos componentes principais, o primeiro para variáveis bio-climáticas e o segundo para a precipitação.

Como queríamos aplicar as análises fatorial e de agrupamento, os trabalhos que mais nos interessaram foram os de McBOYLE, AYOADE e AOUAD. Este último, realizado para o Estado da Bahia é de importância para nós, dado que tanto São Paulo como a Bahia não estão em áreas *core* da organização climática regional, mas em áreas periféricas, isto é, aquelas onde a interface acentua os contrastes e conflitos entre processo e estrutura. Sobre esses trabalhos levantaram-se críticas também em relação às variáveis, pois os autores usaram dados correlacionados entre si: o balanço hídrico e a evapotranspiração, por exemplo, apareciam ao lado dos dados que haviam gerado esses indicadores, temperatura e precipitação. Dessa forma, no resultado final das análises constatou-se que havia redundância de informação, ou seja, algumas variáveis eram descritas por outras, o que limita os resultados da aplicação das técnicas.

O nosso propósito, ao propor o tema em questão, foi o de, ao aplicar técnicas quantitativas para alcançar uma tipologia climática para o Estado de São Paulo, fazê-lo tendo em conta aquelas críticas mencionadas procurando corrigir os erros apontados. Para isso fizemos uma tentativa de minimi-

zar a redundância da matriz de entrada dos dados através da utilização de dados brutos. Mas, ao lado da adequação à técnica quantitativa, procuramos preservar o paradigma genético, ligado à idéia de ritmo, proposto por MONTEIRO (1971). Valemo-nos de tal paradigma em dois aspectos: na adoção de período de tempo homogêneo para todos os postos de observação meteorológica e de média sazonais dos elementos climáticos escolhidos, pelas razões que veremos a seguir. As análises quantitativas que aplicamos foram a análise de correlação de Spearman, a análise fatorial e a análise de agrupamento.

O objetivo último desta pesquisa é fazer uma avaliação crítica dos resultados obtidos através dessas técnicas de quantificação à luz do modelo qualitativo proposto por MONTEIRO (1964-1973). Dessa maneira procuramos contribuir aos estudos voltados à problemática da classificação climática.

## A PREPARAÇÃO DAS ANÁLISES

### A Série Temporal

Efetuamos levantamentos de dados em diversas fontes de informação, tais como: Instituto Nacional de Meteorologia - 7º Distrito (INMET - 7º DISME), Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Centro Tecnológico de Hidráulica (CTH) e Companhia Energética de São Paulo (CESP). A partir desses levantamentos organizamos um quadro do período de tempo abrangido por cada posto a fim de delimitar a série temporal a ser utilizada na pesquisa (Figura 1).

Uma vez que há importantes flutuações anuais dos fenômenos meteorológicos (ritmos climáticos anuais), percebidas através das análises qualitativas do clima insistimos para que aquela delimitação abrangesse um período de tempo homogêneo que incluísse o maior número possível de postos. O período assim escolhido foi o de 1967 a 1976, admitindo-se até três anos com falhas de informação.

Figura 1: LEVANTAMENTO DE DADOS: frequência temporal por estação

DADOS COMPLETOS  
 DADOS INCOMPLETOS OU SEM DADOS

A N O S

E S T A Ç Õ E S		1940-1949	1950-1959	1960-1969	1970 - 77
7º DISMO	ARAÇATUBA	XXXXXX	X XXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXX
	AVARÉ	XXXXXXXX	XXXXXXXXXX	XX	XX
	BANANAL	XX		X	X
	BARRETOS	X XX		XXXXX	
	BAURU	X	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXX
	CAMPINAS	XX XXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX
	CAMPOS DO JORDÃO	X	X	X	X XX
	CATANDUVA	XX	XXXXXXXXXX	XXXXX	XXXXX
	COLINA		XXXXX	XXXXXXXXXX	X X
	COTIA			XXXXXXXXXX	X
	FRANCA		X XX XX	XX XXX	XXX X
	HORTO FLORESTAL	XXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXX
	IGUAPE	X	XXXXX		XX XX
	ITAPETININGA	X		X XX	
	ITAPEVA	X X	XXXX XX	X	XXX XXX
	JAU	XX	XX X	X XX XXXX	XXXXXX
	LIMEIRA	X X	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	
	LINS	X		XX	XXXXXX
	MIRANTE DE SANTANA	X XXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXX
	MOCOCA	X XXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXX
	MOGI DAS CRUZES		X		X
	MONTE ALEGRE DO SUL	XXXX	XXXXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXX
	PARALBUNA	XXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XX
	PINDAMONHANGABA	XXX	XXXXXX	XXXX XXXX	XXXXXX
	PINDORAMA		XXXXXXXXXX	X	XXXX
	PIRASSUNUNGA	XXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXX XXX X	XX XX
	PRESIDENTE PRUDENTE	X	X X X X	XX	XX XXX
	RIBEIRÃO PRETO		XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXX
	SANTA RITA DO PASSA QUATRO	XXX X	XXXXXXXXXX	XXXX XXXX	X XXX
	SANTOS	X X	XXXXX XXX	XXXXXXXXXX	XXXXXX
	SÃO CARLOS	XX XXXX	XXXXXXXXXX	XXXX XX	XXXXXXXX
	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	X	XX	XXXXXXXX XX	X XXXX
	SÃO SIMÃO		X	X XXXX	XXXX
SERTÃOZINHO		XXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXX	
SOROCABA		XX X XX	XXXX	X	
TAMOIO		XXXX X	XXX XX X X	XXXXXX	
TATUI	X XX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXX	
TIETÉ	X	XXXX XX	XXXX XXX	XXXXXX	
TAUBATÉ	X XXXX	XXXXXX X X	XXXXXXXXXXXX	XX XXX	
UBATUBA			X XXXXX		
USINA JUNQUEIRA					
IAC	ATALIBA LEONEL			XXXXXXXXXX	XXXXXXXX
	ATIBAIA			XXXXXX	XXXXXXXX
	CAMPINAS		XXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXX
	CASSIA DOS COQUEIROS			XXXXXX	XXXXXXXX
	JAU		XXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXX
	JUNDIAÍ	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXX
	LIMEIRA	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXX
	MOCOCA	XX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXX
	MONTE ALEGRE DO SUL	XXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXX
	NOVA ODESSA				XX XXXXXX
	PARIQUERA-AÇÚ			XXXX	XXXXXX
	PINDAMONHANGABA			XXXXXXXXXX	XXXXXX
	PINDORAMA		XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXX
	PRESIDENTE PRUDENTE			X	XXXXXX
RIBEIRÃO PRETO	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXX	
SÃO ROQUE			XXXXX	XXXXXX	
TATUI		XXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXX	
TIETÉ	XXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXX	
UBATUBA		XXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXXXX	
CTH-DAEE	BARIRI				XXXXXXXXXX
	BARRA BONITA				XXXXXXXXXX
	CASA GRANDE				XXXXXXXXXX
	GRAMINHA				XXXXXXXXXX
	JUQUÍÁ				XXXXXXXXXX
	LIMOEIRO				XXXXXXXXXX
CESP	SALTO GRANDE				XXXXXXXXXX
	VOTUPORANGA				XXXXXXXXXX
	ÁGUA VERMELHA				XXXXX
	CAPIVARA				XXXXX
ILHA SOLTEIRA				X	
URUBUPUNGÁ			XXX	XXXXXXXXXX	

Dessa forma 44 postos satisfizeram aquele requisito.

## O Universo de Análise e a Distribuição dos Postos de Observação

O cartograma básico (Figura 2), contendo os postos escolhidos, foi dividido por um sistema de quadrículas delimitadas pela latitude e longitude (desenhadas de um em um grau), para que pudéssemos avaliar a distribuição dos postos de observação. Dessa maneira percebemos que a distribuição dos postos no espaço paulista (por quadrícula) apresenta-se ainda aleatória e irregular, a despeito de todas as tentativas feitas para uniformizá-la, pois em algumas quadrículas há até cinco postos e em outras apenas um; ademais, o Oeste do Estado apresenta-se, no conjunto, quase vazio de informação. Além disso, alguns elementos importantes como por exemplo a altitude, não estarão bem representados, já que nem todos os compartimentos geomorfológicos puderam ser representados adequadamente (o Planalto de Campos do Jordão, por exemplo), por causa da irregularidade ou ausência de informação meteorológica.

## AS ANÁLISES QUANTITATIVAS

### Análise de Correlação de Spearman

Essa análise foi efetuada no sentido de se encontrar uma primeira aproximação entre os postos de observação meteorológica, além de se constituir em teste de correlação simples dos dados a serem submetidos às análises fatorial e de agrupamento (correlação múltipla).

A análise de correlação de Spearman compara cada par de casos (postos) com base na variação dos atributos climáticos locais. A matriz de entrada descreve os dados a serem comparados e sobre os quais serão calculados os índices de correlação expressos na matriz de saída.

Efetuamos essa análise duas vezes, uma para os atributos térmicos e outra para os pluviométricos. Em ambos os casos para 44 postos foram utilizadas 40 variáveis representando a sequência temporal sazonal em 10 anos (1967-1976).

O programa utilizado foi o "NONPAR CORR do Special Package for the Social Sciences (SPSS)" sendo que a matriz de entrada dos dados constituía-se de 44 postos x 40 variáveis.

Como resultado obtivemos as matrizes de correlação 44 postos x 44 postos, sendo que para cada par de postos é atribuído um número que varia de + 1 a - 1, indicativo do grau de correlação existente entre os dois. Quanto mais próximo da unidade o número estiver, maior será a correlação, quanto mais próximo do zero, menor. Assim, nessa matriz quadrada a cada posto atribuem-se 44 índices de correlação, um com o posto em questão (sempre igual a 1,00) e 43 com os pontos restantes.

O resultado total da análise apresenta-se muito extenso, sendo difícil manuseá-lo e ao mesmo tempo reter seus aspectos mais significativos. Na realidade esses índices de correlação constituem um banco de informação passível de ser utilizado, a nível individual (posto por posto), a qualquer momento. Tal função nos será valiosa quando analisarmos os resultados da análise de agrupamento.

A fim de superar essa dificuldade, fez-se necessário recorrer a uma simplificação inicial daquele resultado. Optamos por mapear os índices relativos a uma amostra de postos, 26 dos 44, escolhidos um por quadrícula e até dois nos casos em que o relevo apresenta diferenças marcantes, como o litoral e o planalto (Figura 2).

No caso da temperatura os cartogramas não apresentam significativa distribuição das isolinhas: frequentemente a distribuição se fez no sentido dos paralelos e sua amplitude é baixa (0,75 a 0,95). Tal fato se deve à baixa amplitude apresentada pelos dados térmicos em sua comparação mensal, resultan-

# POSTOS METEOROLÓGICOS DA AMOSTRA

- 1 - URUBUPUNGA
- 2 - VOTUPORANGA
- 3 - BARRETOS
- 4 - FRANCA
- 5 - ARAÇATUBA
- 6 - LINS
- 7 - CATANDUVA
- 8 - PINDORAMA
- 9 - RIBEIRÃO PRETO
- 10 - SÃO SIMÃO
- 11 - STA. RITA DO PASSA QUATRO
- 12 - CASSIA DOS COQUEIROS
- 13 - MOCOCA
- 14 - GRAMINHA
- 15 - PRESIDENTE PRUDENTE
- 16 - SALTO GRANDE
- 17 - BAURU
- 18 - BARIRI
- 19 - JAU
- 20 - BARRA BONITA
- 21 - SÃO CARLOS
- 22 - PIRASSUNUNGA

- 23 - LIMEIRA
- 24 - NOVA ODESSA
- 25 - CAMPINAS
- 26 - MONTE ALEGRE DO SUL
- 27 - PINDAMONHAGABA
- 28 - LONDRINA
- 29 - JACAREZINHO
- 30 - ATALIBA LEONEL
- 31 - ITAPEVA
- 32 - TATUI
- 33 - TIETÉ
- 34 - SOROCABA
- 35 - SÃO ROQUE
- 36 - ATIBAIA
- 37 - SÃO PAULO
- 38 - SANTOS
- 39 - CASA GRANDE
- 40 - TAUBATÉ
- 41 - UBATUBA
- 42 - PARIQUERA - ACU
- 43 - JUQUIÁ
- 44 - IGUAPE

▲ POSTOS DE AMOSTRAGEM

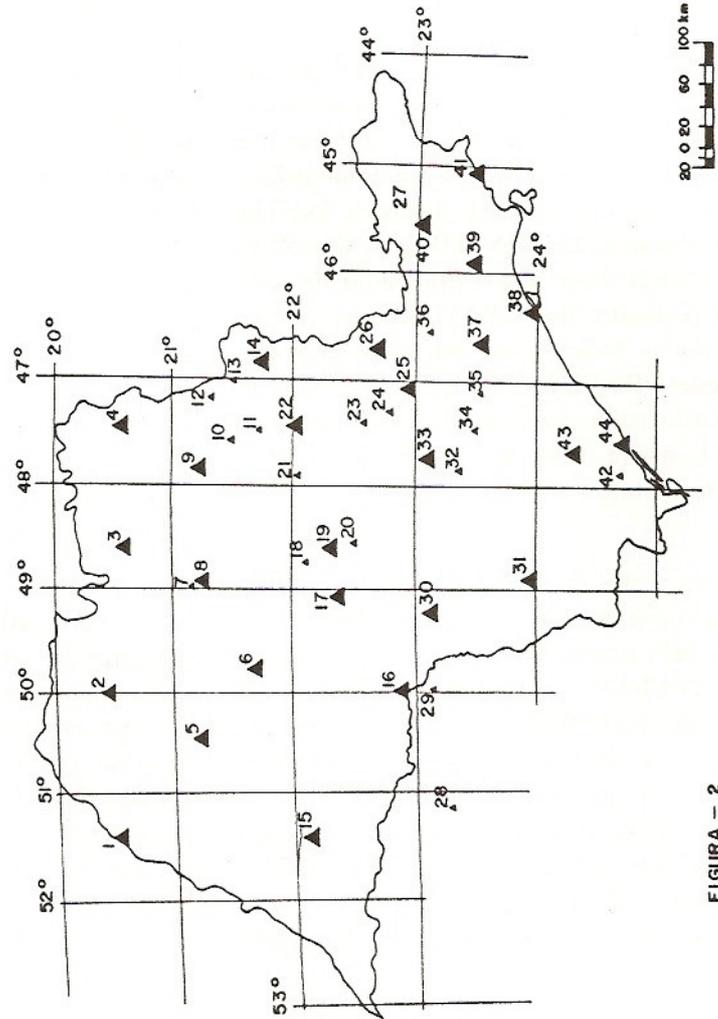


FIGURA - 2

do disso uma associação orientada pela latitude, como único fator de diferenciação. Em termos existente entre os postos e entre as variáveis, quando comparadas em termos de suas médias mensais térmicas.

No caso da precipitação, aquela amostra de 26 postos, dada a complexidade resultante da combinação singular de posto por posto, apresenta ainda dificuldades de análise.

Procuramos, então, concentrar a atenção em localidades posicionadas em áreas bem contrastantes no território paulista, tais como UBATUBA, (litoral), PRESIDENTE PRUDENTE (sudoeste), ATALIBA LEONEL (centro-sul) e RIBEIRÃO PRETO (norte), (Figura 3).

A distribuição das isolinhas de correlação naquelas localidades dá margem a uma interpretação pelo processo (circulação atmosférica), uma vez que sua orientação geral e seus valores parecem indicar as principais correntes atuantes naquelas localidades segundo o modelo de MONTEIRO (1964/1973). Assim, poderíamos dizer que a orientação das correlações apresentadas por UBATUBA em relação aos outros postos indica uma associação pela correntes de Leste; PRESIDENTE PRUDENTE já apresenta orientação pelas correntes de Oeste; ATALIBA LEONEL sugere as de Sul e RIBEIRÃO PRETO as de Nordeste.

Os outros postos da amostra foram então analisados de modo que percebemos que em alguns casos a associação pelo processo é bem acentuada: CASA GRANDE, TAUBATÉ e FRANCA (correntes de Leste), SALTO GRANDE (correntes de Oeste), BAURU (corrente de Sul). Em outros casos a associação parece se dar em função de atributos geográficos locais, como o relevo: SÃO PAULO, apresentando afinidade com o Planalto e TIETÊ, destacando o centro da depressão periférica (Figura 4 e 5). Finalmente, há casos em que a interpreta-

ção da orientação das isolinhas se torna difícil, já que não apresentam orientação bem definida.

Já que se notava uma afinidade entre a variação dos índices de correlação e o processo genético da distribuição espacial da chuva, resolvemos testar diretamente aqueles resultados em relação ao modelo em foco, desenhando as "unidades climáticas espaciais" propostas por MONTEIRO (1964/1973) nos diversos cartogramas (Figura 3, 4 e 5).

Percebemos que essas unidades climáticas espaciais apresentam correspondência nos cartogramas cuja distribuição dos índices de correlação foi considerada significativa. Em alguns casos, como TIETÊ, PRESIDENTE PRUDENTE, SALTO GRANDE, TAUBATÉ e RIBEIRÃO PRETO, coincide com a isolinha que representa a correlação mais alta (0,90). Em outros casos, como UBATUBA, CASA GRANDE, SÃO PAULO e FRANCA, a unidade climática espacial apresenta-se dentro da área abrangida pela isolinha de valor mais alto (0,70 ou 0,80). Já nos casos de BAURU e ATALIBA LEONEL, a unidade climática espacial abrange área bem menor daquela delimitada pelas isolinhas de valor mais alto. Esse fato se deve principalmente à posição desses dois postos, que é a de estarem situados em área de conflito das massas de ar atuantes no Estado. Por outro lado, essas isolinhas revelam certa proximidade com aquela obtida por MONTEIRO (1964/1973) na delimitação das influências zonais, grosso modo separando o Norte do Sul.

Notamos ainda que o litoral se apresenta bem caracterizado em todos os cartogramas (inclusive em suas porções Norte, Central e Sul). Ali os índices de correlação são inferiores a 0,50 enquanto nas áreas planálticas que constituem a maior parte da superfície do Estado, embora apresentando diferenças, seus índices variam de 0,90 a 0,70. Esses fatos também serão importantes à análise fatorial, dado que essas correlações altas terão influência na distribuição dos *score* fatoriais.

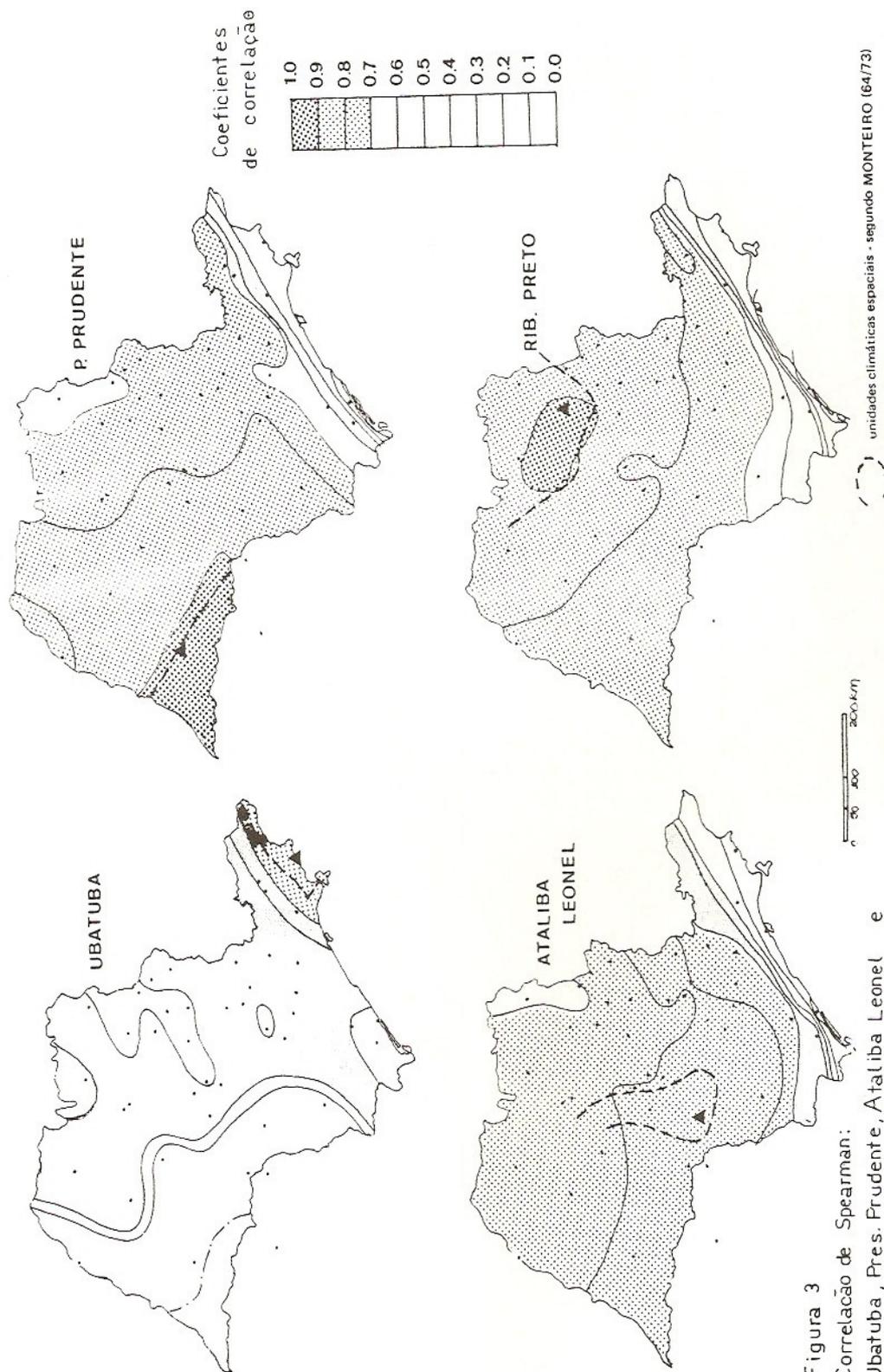


Figura 3  
 Correlação de Spearman:  
 Ubatuba, Pres. Prudente, Ataliba Leonel e  
 Rib. Preto.

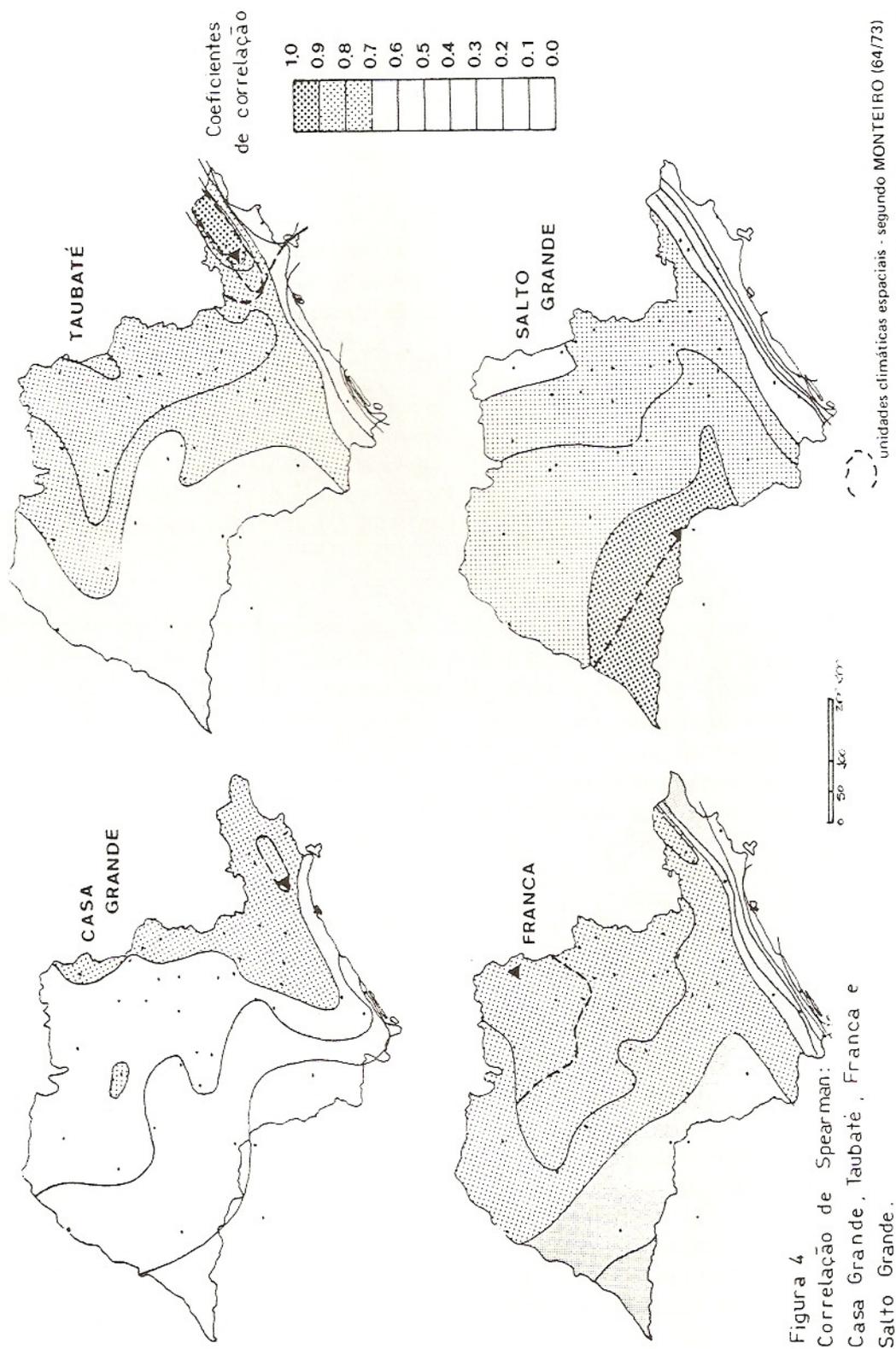


Figura 4  
 Correlação de Spearman:  
 Casa Grande, Taubaté, Franca e  
 Salto Grande.

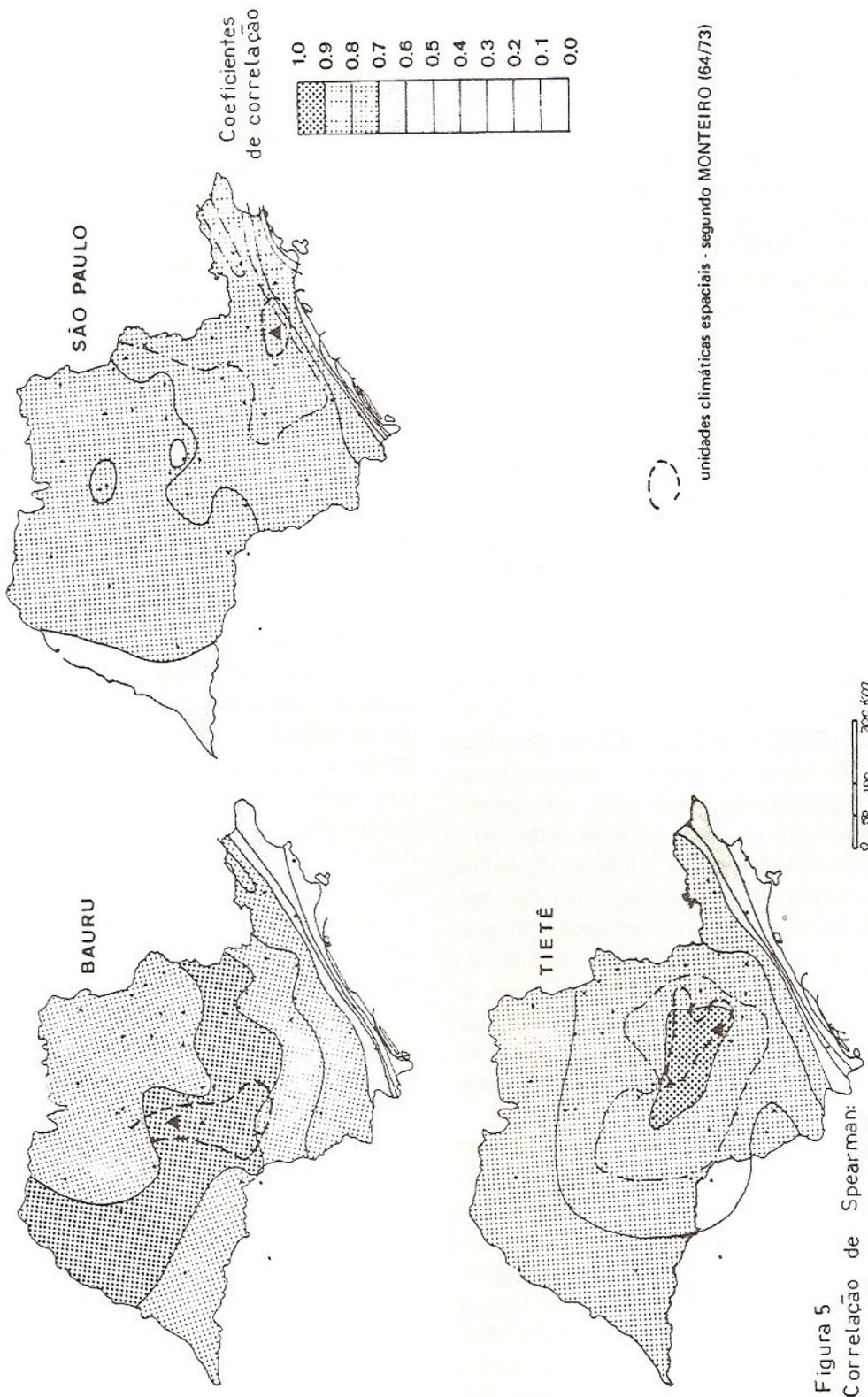


Figura 5  
 Correlação de Spearman:  
 Bauru, São Paulo, Tietê

## Análise Fatorial

Esta técnica de quantificação foi desenvolvida pioneiramente por psicólogos que procuravam classificar os diversos comportamentos da personalidade. HALL & LINDZEY (1973, 435) escrevem: "é fundamental, ao ponto de vista de Cattell, a distinção entre traços de superfície, representando agrupamentos de variáveis manifestas, e traços de profundidade, representando variáveis subjacentes que entram na determinação das múltiplas manifestações da superfície". Ainda segundo Cattell, os traços de superfície seriam a "síndrome" do comportamento, enquanto os traços de profundidade seriam aqueles procurados pela análise fatorial de maneira a "estimar variáveis ou fatores que são a base desse comportamento de superfície".

Já que a climatologia também estuda o comportamento, no âmbito da atmosfera, podemos transpor esses conceitos para o nosso caso. Dessa forma, a "síndrome" climática seria o conjunto de índices ou medições dos diversos elementos meteorológicos, realizadas em período de tempo dado, que caracterizam o "tempo" em um lugar também dado. Aplicando a análise fatorial a esse conjunto de índices ou medições estaríamos selecionando aqueles índices ou medições básicos na determinação do comportamento climático do lugar dado, encontrando, assim, os "traços de profundidade". Em suma, estaríamos procurando as características básicas que os agentes do processo (circulação atmosfera) encontram ao atuarem sobre as superfícies regionais.

Já que a climatologia também estuda o comportamento, no âmbito da atmosfera, podemos transpor esses conceitos para o nosso caso. Dessa forma, a "síndrome" climática seria o conjunto de índices ou medições dos diversos elementos meteorológicos, realizadas em período de tempo dado, que caracterizam o "tempo" em um lugar também dado. Aplicando a análise fatorial a esse conjunto de índices ou medições estaríamos selecionando aqueles índices ou medições básicos na determinação do com-

portamento climático do lugar dado, encontrando, assim, os "traços de profundidade". Em suma, estaríamos procurando as características básicas que os agentes do processo (circulação atmosférica) encontram ao atuarem sobre as superfícies regionais.

Para a escolha das variáveis, que caracterizam a síndrome, efetuamos um estudo comparativo daquelas utilizadas por McBOYLE, AYOADE e AOUAD. Levando em consideração a crítica levantada quando à redundância de informação contida naqueles trabalhos, adotamos como princípio somente utilizar medidas de elementos e evitar índices correlativos entre dois ou mais elementos. Por outro lado, guiado pela perspectiva qualitativa, desdobramos o anual em sazonal pelo uso de médias mensais dos quatro meses centrais das estações do ano (janeiro, abril, julho e outubro). Estratégia essa usada para fugir ao possível mascaramento em que incorressem os totais ou médias anuais. A utilização de quatro meses básicos, se não atinge o ritmo da variação mensal, pelo menos deixa a possibilidade de perceber as variações sazonais. Resultaram, assim, 28 variáveis, divididas em seis grupos: coordenadas de localização (latitude, longitude e altitude), temperatura média compensada (anual, janeiro, abril, julho e outubro), temperatura média das máximas (idem), temperatura média das mínimas (idem), umidade relativa (idem) e precipitação (idem).

Introduzimos no programa FACTOR ANALYSIS do Biomedical Computer Programs (BMD) uma matriz de dados inicial constituída daquelas 28 variáveis para os 44 postos.

A matriz de correlação das variáveis é o ponto de partida da análise fatorial (Figura 6) e é obtida através de uma comparação das variáveis em termos de seus modos de variar no espaço. Dessa comparação resulta um número que varia de + 1 a - 1. A correlação será alta quanto mais próxima da unidade estiver e será baixa quanto mais próxima do zero.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1.00000									
2	-0.29671	1.00000								
3	-0.42478	-0.14816	1.00000							
4	-0.52467	0.58341	-0.48008	1.00000						
5	-0.13607	0.52951	-0.76756	0.89599	1.00000					
6	-0.44232	0.54958	-0.55913	0.98247	0.92709	1.00000				
7	-0.60313	0.48649	-0.36663	0.95229	0.76599	0.91931	1.00000			
8	-0.71406	0.61604	-0.21675	0.94080	0.75060	0.88867	0.89238	1.00000		
9	-0.57942	0.53823	-0.19357	0.76929	0.67236	0.72425	0.64671	0.86912	1.00000	
10	-0.16602	0.42089	-0.53276	0.66327	0.77223	0.67671	0.48337	0.64739	0.87021	1.00000
11	-0.48924	0.57797	-0.28593	0.76862	0.72245	0.74784	0.61795	0.83950	0.98026	0.90069
12	-0.70612	0.46953	-0.09554	0.75810	0.59264	0.69799	0.68035	0.88193	0.96748	0.76994
13	-0.72796	0.56408	0.06001	0.68405	0.49164	0.61576	0.59112	0.86121	0.95253	0.71324
14	-0.23568	0.39305	-0.63995	0.85318	0.83901	0.87997	0.84726	0.68184	0.40224	0.42741
15	0.04015	0.38918	-0.80977	0.76584	0.90546	0.81164	0.67274	0.56550	0.38661	0.53719
16	-0.16427	0.31599	-0.67432	0.80422	0.82319	0.85827	0.79154	0.60849	0.34332	0.42097
17	-0.25486	0.33414	-0.53031	0.77666	0.70266	0.79600	0.83986	0.59336	0.25480	0.24142
18	-0.44381	0.44334	-0.50512	0.91234	0.83380	0.91500	0.89125	0.82904	0.57955	0.51454
19	0.67511	-0.36116	-0.40908	-0.36204	-0.05872	-0.26664	-0.39193	-0.56064	-0.53777	-0.19357
20	0.45891	-0.23648	-0.31997	-0.23678	-0.04896	-0.18157	-0.21602	-0.40319	-0.45091	-0.21823
21	0.61866	-0.43017	-0.34809	-0.38585	-0.11484	-0.30730	-0.39192	-0.56197	-0.54305	-0.22295
22	0.78832	-0.30891	-0.46561	-0.37951	-0.01009	-0.27324	-0.46659	-0.57737	-0.49404	-0.10132
23	0.68684	-0.41325	-0.41263	-0.37688	-0.08327	-0.28590	-0.37863	-0.59209	-0.59149	-0.24474
24	0.36295	-0.46131	-0.33743	-0.17740	-0.05980	-0.10466	-0.09581	-0.36941	-0.50008	-0.32019
25	0.28347	-0.47870	-0.22803	-0.19582	-0.14595	-0.15497	-0.09693	-0.34222	-0.45540	-0.34485
26	0.36112	-0.50724	-0.31182	-0.17941	-0.06850	-0.11353	-0.07926	-0.38431	-0.58977	-0.40820
27	0.72680	-0.26680	-0.61288	-0.16472	0.13395	-0.06650	-0.18824	-0.42036	-0.48880	-0.17006
28	0.00706	-0.01937	-0.03843	-0.07355	-0.07253	-0.05286	-0.03899	-0.11485	-0.12943	-0.15070

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
11	1.00000									
12	0.93239	1.00000								
13	0.91267	0.95270	1.00000							
14	0.41681	0.37042	0.27899	1.00000						
15	0.43371	0.29829	0.20744	0.92264	1.00000					
16	0.37089	0.29905	0.20835	0.97896	0.91520	1.00000				
17	0.25912	0.24364	0.35939	0.95339	0.80260	0.93503	1.00000			
18	0.57498	0.57501	0.49521	0.94718	0.85729	0.90635	0.85661	1.00000		
19	-0.46589	-0.59992	-0.69319	-0.05214	0.10657	0.01778	-0.05862	-0.21225	1.00000	
20	-0.40864	-0.47401	-0.57367	0.00311	0.08065	0.03471	0.02526	-0.12097	0.92185	1.00000
21	-0.48743	-0.58199	-0.68286	-0.09611	0.05089	-0.02742	-0.09740	-0.23116	0.97817	0.93021
22	-0.40355	-0.59605	-0.66296	-0.09277	0.13661	-0.01000	-0.13295	-0.26247	0.96441	0.82017
23	-0.52761	-0.63764	-0.74854	-0.04235	0.10151	0.02883	-0.02901	-0.22036	0.98890	0.91075
24	-0.44061	-0.45084	-0.61775	0.09498	0.06887	0.15353	0.19388	-0.06577	0.51761	0.44750
25	-0.43554	-0.38101	-0.53684	0.00610	-0.04892	0.05475	0.11437	-0.13598	0.32646	0.27363
26	-0.55437	-0.52861	-0.68873	0.16157	0.13678	0.21393	0.25390	0.00137	0.55284	0.50177
27	-0.37655	-0.54408	-0.67661	0.13825	0.29279	0.20077	0.15650	-0.06761	0.64948	0.50937
28	-0.06423	-0.07235	-0.17109	-0.10380	-0.14745	-0.10698	-0.02846	-0.12774	0.13755	0.13688

	21	22	23	24	25	27	27	28
21	1.00000							
22	0.92381	1.00000						
23	0.97371	0.94352	1.00000					
24	0.49969	0.46198	0.56466	1.00000				
25	0.32251	0.29414	0.39106	0.86798	1.00000			
26	0.54834	0.46397	0.61048	0.88257	0.69098	1.00000		
27	0.58551	0.69269	0.67525	0.79972	0.65536	0.71733	1.00000	
28	0.10785	0.11753	0.14571	0.62595	0.62155	0.33301	0.45554	1.00000

Figura 6: Matriz da Correlação entre as 28 variáveis meteorológicas.

Analisando essa matriz, podemos notar que, excluídas as variáveis da localização geográfica, as correlações superiores a 0,70 se dão somente dentro dos diferentes grupos: temperatura, precipitação e umidade relativa. Quanto às correlações entre 0,50 e 0,70 se dão também entre as variáveis de grupos diferentes.

Os fatores são o resultado da aglutinação das variáveis com base em seus índices de correlação mútuos segundo a ordem decrescente daqueles índices. Cada variável apresenta um índice (ponderação) em relação aos fatores (variando de + 1 a -1), sendo que tais ponderações indicam quais variáveis pesam na determinação de cada fator (Figura 7).

A matriz fatorial, após ser rotacionada pelo método VARIMAX, apresentou 5 fatores, sendo a porcentagem de explicação 47,5, 26,9, 9,2 6 e 4% respectivamente para o fator 1, 2, 3, 4 e 5.

Os *scores* fatoriais, o resultado seguinte da análise, indicam como os postos de observação se relacionam com cada fator (Figura 8). Esses *scores* fatoriais foram mapeados e as isolinhas foram traçadas com base no relevo e hidrografia dada a irregularidade da distribuição espacial dos postos. Os resultados encontram-se nas Figuras 9, 10, 12 e 13.

Segue-se a análise da estrutura de cada fator e sua expressão espacial.

**FATOR 1** — Esse fator aglutina as variáveis da temperatura mínima e compensada e da altitude. Com ponderação acima de 0,90, a mínima anual (0,98), de abril (0,97), de julho (0,96), e de outubro (0,92). Entre 0,90 e 0,70, a mínima de janeiro (0,89), a compensada de abril (0,85), de julho (0,84), anual (0,82) e de janeiro (0,79). Entre 0,70 e 0,50, a compensada de outubro (0,64) e a altitude (— 0,61). Esse fator poderia ser denominado RESFRIAMENTO, dado que o caracteriza em todas as estações do ano.

Os *scores* fatoriais variam de 2,00 a — 1,00 percebendo-se em sua distribuição a influência da altitude. O litoral e o Oeste apresentam as ponderações positivas (menor altitude, menor resfriamento) e o Planalto Atlântico as ponderações negativas (maior altitude, maior resfriamento).

**FATOR 2** — Esse fator aglutina as variáveis da umidade relativa. Com ponderação acima de 0,90, a de abril (— 0,95), anual e de janeiro (— 0,94) e de outubro (— 0,91). Com ponderação entre 0,90 e 0,70, a de julho (— 0,88). Praticamente todos os meses possuem o mesmo peso nesse fator, assim ele caracteriza a distribuição espacial da umidade relativa.

Os *scores* fatoriais variam de 4,00 a — 1,00. As ponderações positivas (umidade relativa menos elevada) situam-se acima do paralelo 22°S, em parte do Vale do Paraíba e em Monte Alegre do Sul. Nessa localidade a ponderação é a mais elevada (4,1), mas não possuímos elementos que nos indiquem se se trata de uma característica local ou se é fato comum ao longo dos vales da encosta Oeste da Serra da Mantiqueira. As ponderações negativas (umidade relativa mais elevada) situam-se abaixo daquele paralelo; sendo que Salto Grande, Bariri, Barra Bonita e Graminha, posto de observação pertencentes ao CTH e localizados próximos a represas, também apresentam ponderação negativa.

**FATOR 3** — Esse fator aglutina as variáveis da precipitação. Com ponderação entre 0,90 e 0,70, a de outubro (0,86), de janeiro (0,85) e anual (0,84). Com ponderação entre 0,70 e 0,50, a de abril (0,59) e de julho (0,58). Dada a diferença de ponderação entre os meses, podemos dizer que esse fator ressalta a pluviosidade dos meses mais chuvosos. Assim, ele revela a PLUVIOSIDADE em seu caráter mais acentuado na primavera-verão.

Os *scores* fatoriais variam de 4,00 a — 1,00. As ponderações positivas (maior precipitação) situam-se no Litoral onde Ubatuba alcança a ponderação mais elevada (4,8) e a Nordeste do Estado.

VARIABLE	FACTOR				
	1	2	3	4	5
1	-0.22259	-0.49031	0.05804	-0.26496	0.78582
2	0.35466	0.25530	-0.29304	0.44106	0.03845
3	-0.61748	0.39480	-0.18626	-0.27218	-0.54755
4	0.82660	0.20610	-0.02912	0.48736	-0.14408
5	0.79992	-0.05305	-0.02123	0.54331	-0.20935
6	0.85278	0.13249	0.00250	0.47450	-0.07118
7	0.84262	0.25060	-0.03680	0.30348	-0.29543
8	0.64550	0.36372	-0.12167	0.56610	-0.30373
9	0.32367	0.31272	-0.17717	0.85019	-0.15471
10	0.33945	0.01465	-0.14536	0.86312	-0.19644
11	0.33995	0.26023	-0.13123	0.88615	-0.05369
12	0.30353	0.36930	-0.09100	0.79344	-0.30944
13	0.21218	0.46577	-0.25803	0.75221	-0.30054
14	0.98826	-0.00349	-0.00757	0.10002	0.01241
15	0.89970	-0.14952	-0.06038	0.20658	0.29529
16	0.97470	-0.05456	0.02993	0.06735	-0.06665
17	0.96499	0.03865	-0.09145	-0.07402	-0.07303
18	0.92312	0.09396	-0.05440	0.25465	-0.14626
19	-0.04385	-0.94596	0.14722	-0.20007	0.18257
20	0.02138	-0.94378	0.12051	-0.16778	-0.08534
21	-0.07976	-0.95162	0.13424	-0.21518	0.08982
22	-0.09525	-0.88631	0.11623	-0.11895	0.38527
23	-0.02456	-0.91800	0.18611	-0.27429	0.18873
24	0.12205	-0.33024	0.84198	-0.32901	0.12112
25	0.02652	-0.13143	0.85848	-0.31425	0.10511
26	0.22699	0.38960	0.59726	-0.52418	0.06873
27	0.15844	-0.44440	0.58440	-0.23736	0.56901
28	-0.14137	-0.02318	0.86967	0.13163	-0.06343

Figura 7: Matriz Fatorial: Aglutinação das variáveis meteorológicas segundo seus índices de correlação mútuos.

CASE	1	2	3	4	5
1	2.00406	0.20273	-0.61519	0.62051	-1.00089
2	1.61161	0.69600	-0.03221	0.32872	-1.19482
3	0.84443	1.42926	-0.08887	0.60708	-0.44862
4	0.14970	0.26912	0.66038	-1.40034	-2.45342
5	0.91287	-0.44176	0.57737	1.26473	-0.85092
6	0.58838	0.33064	-0.24504	1.35587	0.02380
7	0.86146	-0.20916	-0.34966	1.31912	-0.97102
8	0.60535	0.21742	-0.74400	0.27172	-0.99863
9	0.10986	0.51439	0.75522	0.59746	-1.32811
10	0.39669	0.60698	0.37676	0.34947	-0.71917
11	-0.70991	0.42677	0.98042	0.21335	-0.88456
12	-0.50064	0.00595	0.32186	-0.99846	-1.73584
13	0.38920	0.58601	-0.27910	-0.19383	-0.86843
14	0.13571	-0.14666	-0.85512	-1.52638	-1.28922
15	0.98255	0.54584	-0.37408	0.44633	0.19866
16	0.23708	-0.28087	0.00989	0.87258	0.59560
17	-0.35428	1.22518	0.18335	0.45171	0.53640
18	0.52795	-0.29050	-0.68105	0.69772	-0.03190
19	0.45156	0.85626	-0.41004	-0.44328	0.08181
20	0.40949	-0.03912	-0.77767	0.21872	0.66607
21	-0.54597	0.80247	0.46451	-1.06875	-0.70296
22	-1.50237	-0.09233	0.30031	1.74341	-0.01290
23	-0.51080	0.15579	-0.32716	-0.64480	-0.27341
24	-0.72449	0.01190	-0.19776	0.76532	0.48434
25	0.01296	0.64715	-0.13169	-0.66922	-0.11111
26	-0.76875	4.12679	1.12016	-1.35927	2.06945
27	-1.25927	-1.05074	-0.52132	1.91112	0.01974
28	-0.38996	0.93379	1.39234	0.62666	1.41919
29	-0.52782	-0.43898	0.56885	1.60429	0.77348
30	-1.03884	-0.21603	-0.33811	0.17506	0.65783
31	-1.18614	-0.00753	-1.18088	-0.43092	1.45240
32	-1.18701	-0.10008	-0.34057	0.94253	0.81061
33	-0.20502	-0.13724	-1.29411	-0.13805	0.46095
34	-0.72071	-0.59152	-1.06906	-0.37599	0.43730
35	-1.60422	-0.31846	-0.14657	-0.89860	-0.03963
36	-1.45255	-1.16885	-0.34526	-0.28336	-0.48778
37	-0.34165	-0.59716	-0.77010	-1.90606	-0.01706
38	2.45881	-0.69733	1.24541	-1.65359	1.41866
39	-1.89323	-1.97344	1.10564	-1.83744	-1.01547
40	-0.33712	0.19387	-0.77242	-0.25394	0.60447
41	0.25212	-1.52708	4.77406	0.76961	0.18684
42	1.03728	-1.45437	-1.10142	-0.80565	1.64959
43	0.88370	-1.78670	-0.20336	0.08876	1.15484
44	1.89792	-1.21837	0.51001	-1.35394	1.73380

Figura 8: Matriz dos Scores Fatoriais: Relação entre os fatores e os postos de observação meteorológica.

As ponderações negativas (menor precipitação) situam-se no Planalto Atlântico e Ocidente, sendo que Tietê e Sorocaba apresentam as ponderações negativas mais elevadas.

*FATOR 4* — Esse fator aglutina as variáveis da temperatura máxima e compensada e a precipitação de abril. Com ponderação entre 0,90 e 0,70, a temperatura máxima de abril (0,88), de janeiro (0,86), anual (0,85), de julho (0,79) e de outubro (0,56). Com ponderação entre 0,70 e 0,50, a compensada de janeiro (0,54), de outubro (0,56) e a precipitação de abril (—0,52). Esse fator reflete o AQUECIMENTO já que a caracteriza nas diferentes estações do ano.

Os *scores* fatoriais variam de 1,00 a — 1,00. As ponderações positivas (áreas mais quentes) situam-se no setor Oeste, no vale do Paraíba e no Litoral Norte. As ponderações negativas (áreas menos quentes) destacam a Depressão Periférica, o Planalto Cristalino (excluindo o Vale do Paraíba) e o Litoral Central e Sul.

*FATOR 5* — Nesse fator aglutinam-se duas variáveis da localização geográfica, latitude e altitude e a precipitação de julho, sendo suas ponderações 0,79, —0,54 e 0,56 respectivamente. Esse fator revela a caracterização da pluviosidade no período sêco. Podemos dizer que a associação precipitação de julho-latitude, revelando que a distribuição espacial da primeira se faz em função da segunda, poderia dar margem a uma interpretação pelo processo, dado que as correntes polares possuem sentido latitudinal. A associação precipitação de julho-latitude, nos revela a influência do relevo na porção do extremo Nordeste do Estado, onde sucedem-se o Litoral, a Serra do Mar, o Vale do Paraíba, a Serra da Mantiqueira e Planalto, que influenciam a distribuição das chuvas frontais.

Os *scores* fatoriais variam de 2,00 a —2,00. As ponderações positivas situam-se abaixo do para-

lelo 22°S e as negativas acima daquele paralelo e na Bacia Paulistana.

Vemos que a distribuição espacial dos *scores* fatoriais confirma aquela observação feita quando analisamos a Correlação de Spearman: as áreas planálticas e principalmente o Oeste do Estado apresentam uma homogeneidade elevada, dando esse que deve ser considerado pois é uma área onde há poucos postos de observação.

Na tentativa de minimizar a redundância observada nos trabalhos de McBOYLE, AYOADE e AOUAD, ainda encontramos problemas de redundância utilizando somente medidas de elementos. Percebemos que a baixa amplitude na distribuição espacial das médias mensais das variáveis proporcionou índices de correlação altos entre as variáveis do mesmo grupo, ao passo que as correlações passíveis entre as variáveis de grupos diferentes, apresentando índices mais baixos, são praticamente desprezadas na análise, já que a estrutura dos fatores é calculada a partir das correlações mais elevadas. Assim, notamos que a própria sazonalidade não foi aproveitada em toda sua riqueza, já que se observa pequena diferença de ponderação entre os quatro meses que participam de um fator.

Quando falamos que o fator 1 indica RESFRIAMENTO, por exemplo, não nos referimos exatamente aos meses mais frios, mas antes, às temperaturas mais baixas observadas nos quatro meses, caracterizando o RESFRIAMENTO em termos espaciais e não espaço-temporais. Esse fato é importante à medida que nos leva a pensar criticamente a própria escolha das variáveis. Pois, como sabemos, existem caminhos alternativos na caracterização da “síndrome” climática. Não somente a percebemos pelas médias dos elementos do clima tomados sob um ângulo espacial, como também pelas análises a nível diário, espaciais e temporais. Resta saber qual caminho é capaz de revelar a estrutura climática sem obscurecer as relações existentes entre os diversos elementos do clima.

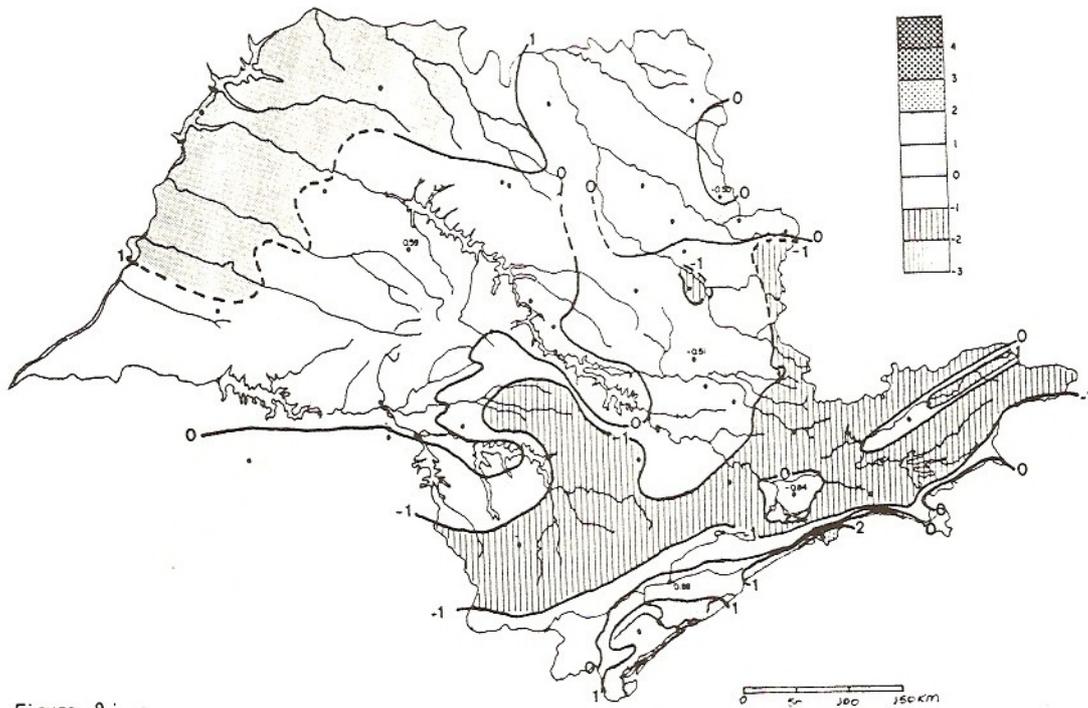


Figura 9 :  
FATOR 1 :- Resfriamento

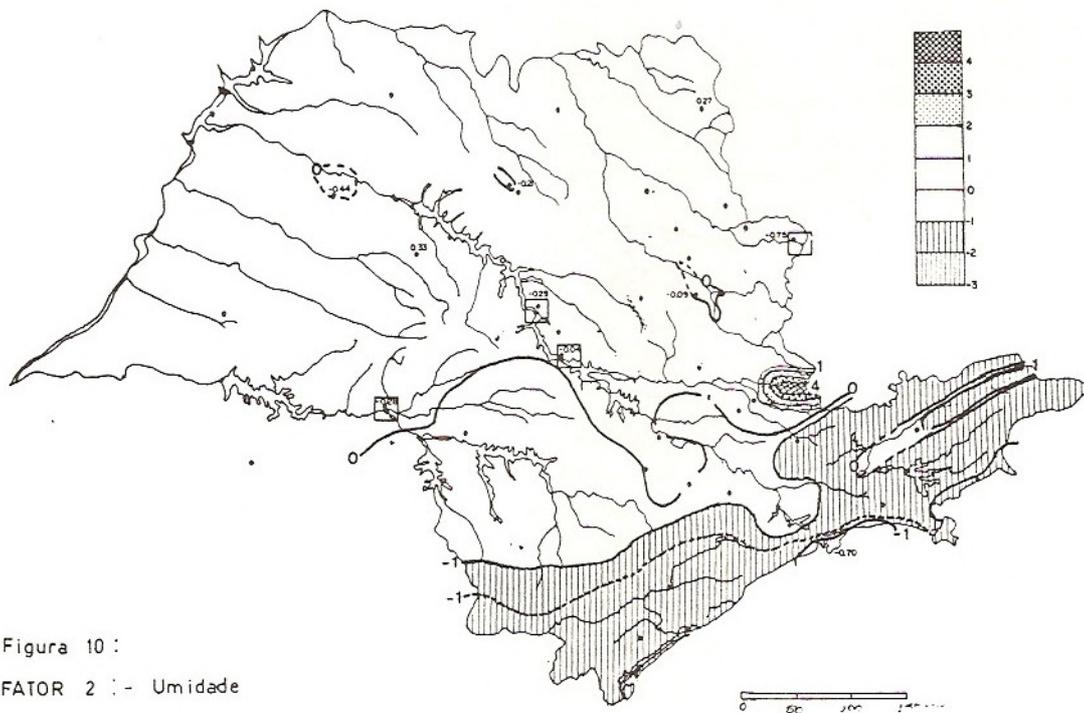


Figura 10 :  
FATOR 2 :- Umidade

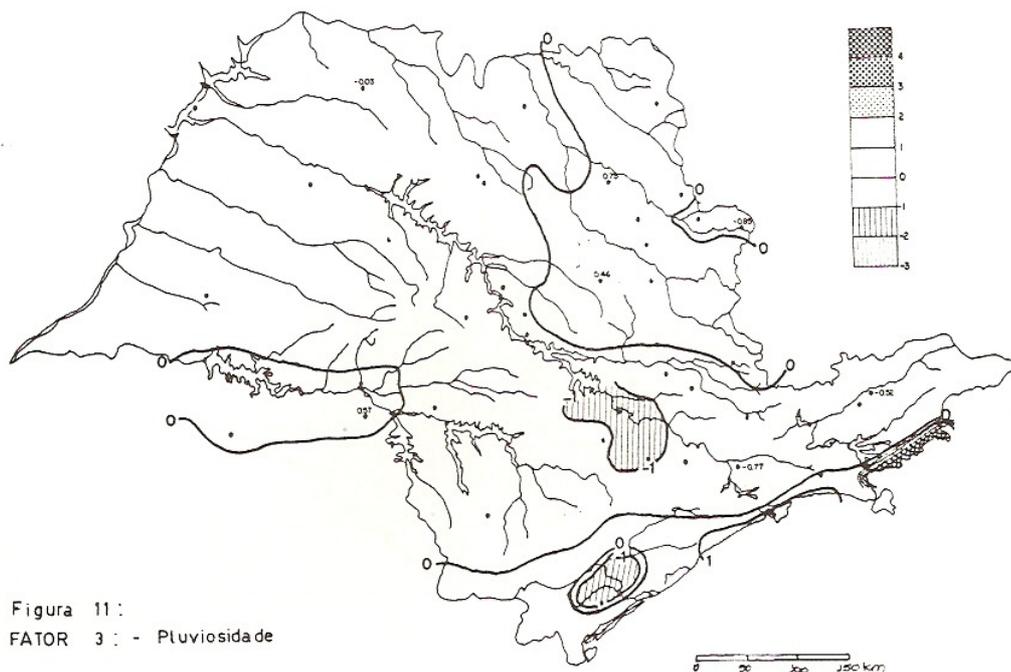


Figura 11:  
FATOR 3 : - Pluviosidade

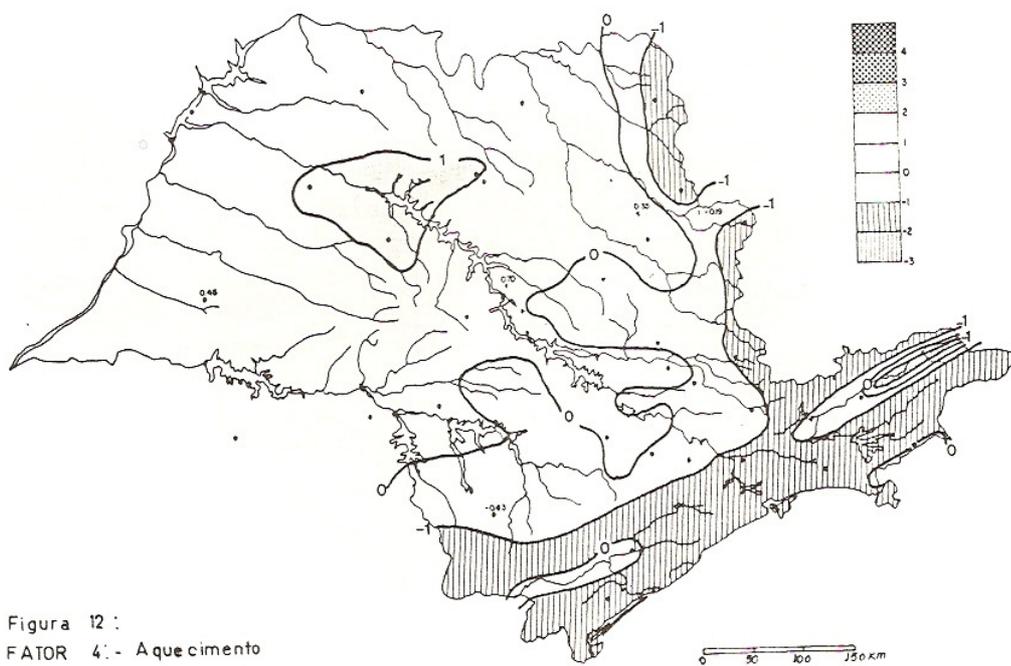


Figura 12:  
FATOR 4 : - Aquecimento

## Análise de agrupamento

A análise de agrupamento é feita em sequência à Análise Fatorial, utilizando os mesmos pontos do universo de observação, partindo da matriz dos *scores* fatoriais. Os pontos são aglutinados de acordo com as ponderações que alcançaram naquela matriz, sendo que esta aglutinação é feita aos pares, começando com aquele que apresenta a maior semelhança em termos da variação das ponderações. Como cada par passa então a ser um elemento, vai sendo construída uma “árvore de ligação” onde cada aglutinação se dá em um nível determinado (Figura 14), até que todos os pontos formem grupo apenas na “árvore de ligação” a cada par que se forma é atribuído um número em ordem crescente do nº 45 ao nº 87 uma vez que os números 1, 2, 3, . . . , 44 representam os pontos de observação meteorológica. Assim, o agrupamento depende da distribuição dos SCORES fatoriais.

Realizamos esta análise através de sub-rotina OCLINK do International Mathematical Systems Library (IMSL).

Construída a árvore de ligação (Figura 15) os grupos são obtidos pela posição do corte transversal, sendo esta opção do pesquisador, pois não há critérios estatísticos para sua escolha. Através de cinco cortes obtivemos cinco níveis de agrupamento (corte 1, nível 4; corte 2, nível 3,25; corte 3, nível 2,75; corte 4, nível 2,25 e corte 5, nível 1,95), onde o número de grupos de cada nível aumenta à medida que nos aproximamos do começo da árvore, passando de grupos mais genéricos para grupos mais específicos, à medida que a árvore se ramifica. Cumpre assinalar que a imagem da árvore, aqui, não se reveste de qualquer sentido hierárquico de organização, mas tão somente de caráter taxonômico.

Para efeito de análise, mapeamos os grupos respectivos de cada corte e assim notamos que, enquanto os cortes 1 e 2 ligavam-se às grandes unidades geomorfológicas do Estado, os cortes 3, 4 e

5, subdividindo aqueles primeiros grupos, possuíam maior interesse aos nossos propósitos. Utilizamos o corte 3 como base para o mapeamento final, superpondo-lhe os grupos definidos nos cortes 4 e 5 (Figura 16), como recurso de sub-divisão de unidades espaciais muito extensas.

Geralmente o traçado das linhas divisórias entre os grupos obtidos é feito em traços contínuos de modo a ocupar todo o espaço sobre o qual se trabalhou (McBOYLE, 117-118; AOUAD, 47). Como o caráter aleatório da distribuição dos pontos deixa sem representação importantes áreas morfológicas, preferimos admitir, em nosso traçado, faixas de transição, indeterminadas — uma técnica utilizada por MONTEIRO em sua proposta de tipologia climática.

Os grupos I, IA e IB representam a faixa costeira, onde o resfriamento e o aquecimento são menores dada a menor amplitude térmica, a umidade é maior, tanto pela precipitação como pela umidade relativa. As subdivisões nessa área se dão da seguinte forma: Ubatuba (grupo IB) se individualiza pois, em relação às outras localidades aí situadas, apresenta pluviosidade de primavera-verão maior e julho menor, sendo que o resfriamento é menor e o aquecimento é maior. Santos e Iguape (grupo I) possuem *scores* fatoriais bastante semelhantes, somente a pluviosidade da primavera-verão é que é menor em Iguape. Pariquera-Açu e Juquiá (grupo IA) possuem variação dos *scores* fatoriais ora semelhante a Iguape, ora semelhante entre si, sendo que um menor teor de pluviosidade é o que diferencia esse grupo do anterior.

Os grupos II, IIA e IIB representam a porção Leste do Planalto Atlântico, excluído o Vale do Paraíba. Em quase todos os fatores essa área aparece bem delimitada, mostrando que ali as condições climáticas se diferenciam tanto da porção Noroeste como do Litoral. No Planalto o resfriamento é maior e o aquecimento é menor que no restante do Estado, a pluviosidade da primavera-verão é menor que a do Litoral, assemelhando-se

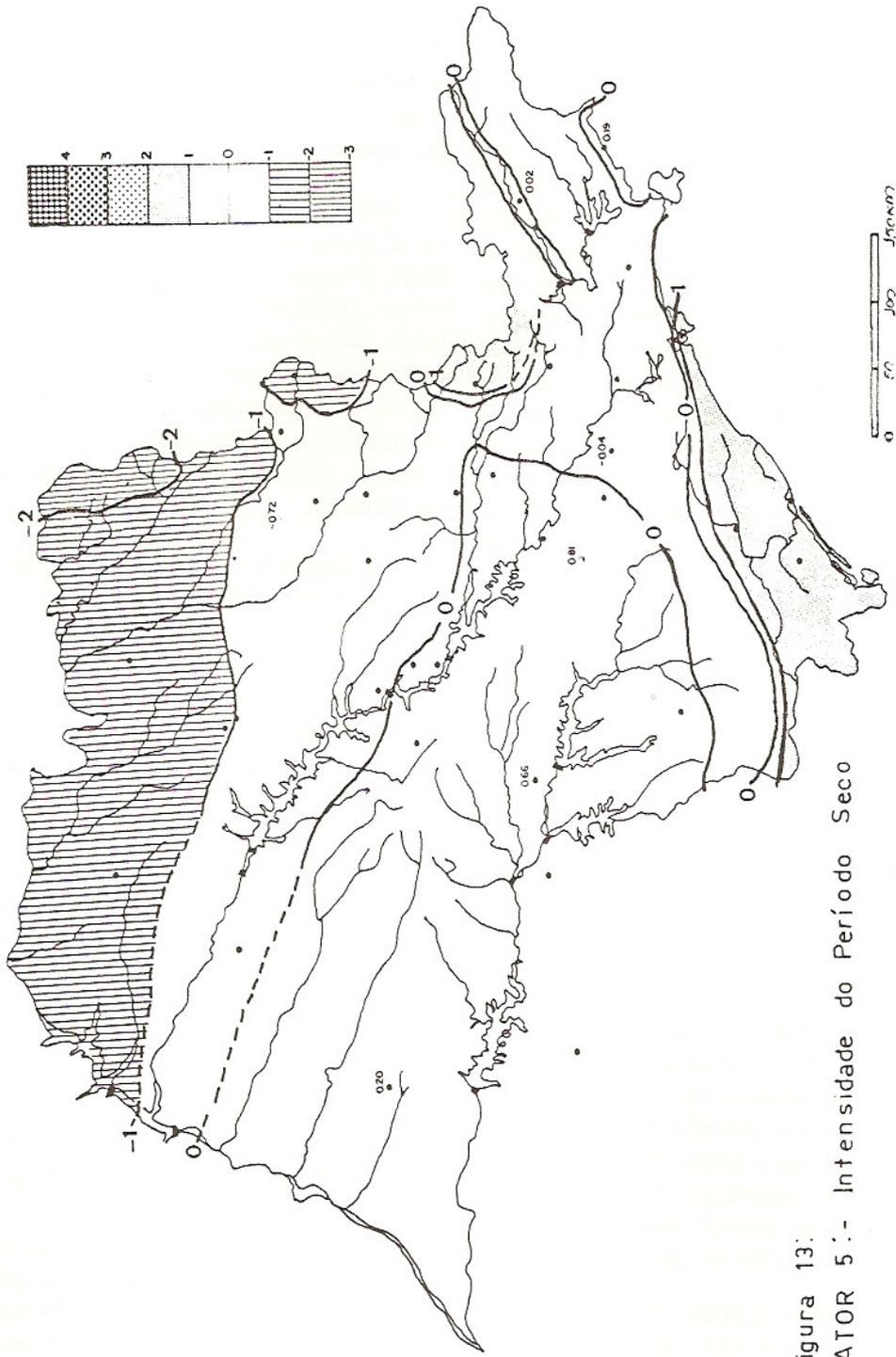


Figura 13:  
FATOR 5:- Intensidade do Período Seco

Nº de Ordem da Aglutinação	Pares de Aglutinação		Nível de Aglutinação
1	7	5	0.4
2	32	24	0.6
3	25	19	0.6
4	40	33	0.7
5	13	8	0.8
6	46	30	0.8
7	10	9	0.8
8	20	18	0.9
9	2	1	0.9
10	48	34	0.9
11	15	6	1.0
12	52	16	1.1
13	12	4	1.1
14	44	38	1.1
15	36	35	1.2
16	23	21	1.2
17	51	11	1.3
18	27	22	1.3
19	43	42	1.4
20	34	31	1.4
21	55	3	1.4
22	37	14	1.5
23	47	17	1.5
24	62	29	1.7
25	45	53	1.8
26	49	65	1.8
27	50	64	1.9
28	60	67	2.0
29	69	70	2.1
30	61	72	2.2
31	59	71	2.4
32	56	73	2.5
33	74	28	2.9
34	58	63	3.0
35	68	75	3.0
36	57	66	3.0
37	30	39	3.4
38	77	79	3.8
39	76	82	4.2
40	78	81	5.2
41	83	84	5.6
42	85	41	6.5
43	86	26	7.4

Figura 14: Análise de Agrupamento entre os postos de Observação Meteorológica.



Figura 15: Árvore de Ligação entre os postos de observação meteorológica

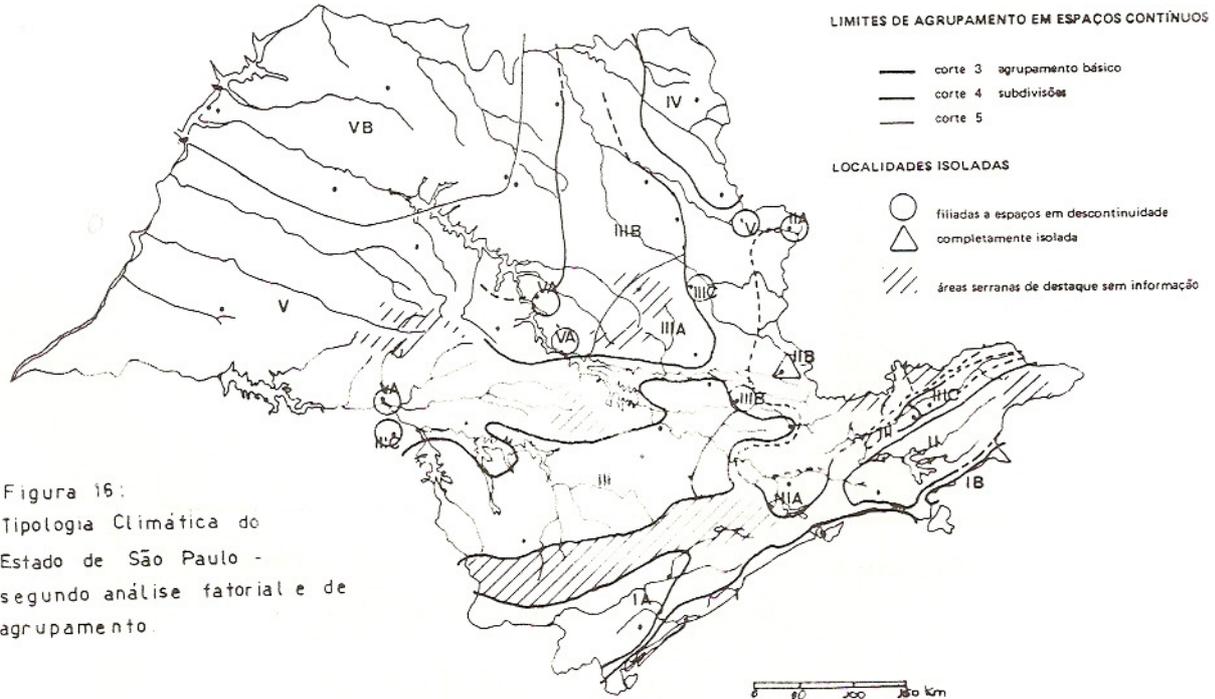


Figura 16:  
Tipologia Climática do  
Estado de São Paulo -  
segundo análise fatorial e de  
agrupamento.

com a do Planalto Ocidental; a umidade relativa é maior que a porção Norte do Estado.

Monte Alegre do Sul (grupo IIB) não se agrupa a nenhuma outra localidade pois as médias da umidade relativa apresentam índices bastante inferiores ao restante do Estado. Casa Grande (grupo II) se separa de São Paulo e Graminha (grupo IIA) pois a pluviosidade, a umidade relativa e o resfriamento são maiores.

Os grupos III, IIIA, IIIB e IIIC representam a Depressão Periférica e o Vale do Paraíba. Este último, quanto às ponderações alcançadas nos fatores, em relação às áreas circunvizinhas do Planalto Atlântico, se individualiza caracteristicamente, indo agrupar-se com localidades situadas na Depressão. Esta, por sua vez, não apresenta uma individualização interna precisa, pois as isolinhas dos *scores* fatoriais a atravessam de tal maneira que não se percebem grupos bem definidos. Este fato incorreu numa aglutinação confusa que será analisada com maior detalhes quando compararmos os resultados da análise de agrupamento com o modelo proposto por MONTEIRO (1964/1973). Podemos dizer que as localidades situadas mais ao Sul, apresentaram resfriamento e umidade relativa maior e o aquecimento é menor, ao passo que a pluviosidade é menor em Sorocaba, Tietê e Itapeva.

O grupo IV representa o Planalto de Franca, área esta que se destaca do Norte do Estado principalmente pelas características térmicas e também pela pluviosidade de primavera-verão. Ali se aglutinam Franca e Cassia dos Coqueiros.

Os grupos V, VA e VB representam o Planalto Ocidental, onde o resfriamento e o aquecimento são maiores, a umidade relativa assemelha-se à do Planalto Atlântico e a precipitação é menor. O grupo V aglutina Presidente Prudente, Lins, Pindorama, Barretos e Mococa. O grupo VA, definido no nível 4, aglutina Salto-Grande, Bariri e Barra Bonita, que sendo postos mantidos pelo CTH próximos a represas, parecem mais revelar condições

climáticas locais do que constituírem um grupo contínuo. O grupo VB aglutina Urubupunga, Araçatuba e Catanduva.

As áreas intercaladas entre os grupos, como o Planalto de Campo do Jordão e a Serra de Paranaíacaba, ou simplesmente assinaladas com linhas tracejadas, como a Serra da Mantiqueira, e Serra de Agudos e Mirador são sensíveis lacunas na observação ficando naquelas faixas de transição a que nos referimos no início do capítulo.

Para outros casos, como o agrupamento Bariri-Barra Bonita-Salto Grande, ou a inserção de Mococa no grupo V, ou o agrupamento Taubaté-Pirasununga-Jacarezinho, mesmo tratando-se de localidades cujos índices médios mensais são semelhantes, mas que segundo uma perspectiva genética não podem fazer parte dos mesmos grupos, recorremos a outra simbologia, o "círculo", de modo a ressaltar essa nossa preocupação quanto a seu isolamento.

Temos ainda o caso de Monte Alegre do Sul, que não tendo se aglutinado a nenhum outro ponto e dada a falta de outras informações meteorológicas ao longo dos contrafortes ocidentais da Serra da Mantiqueira, não nos dá elementos para conferir-lhe, em caráter definitivo, um aspecto de grupo. Assim a registramos isoladamente, por um "triângulo".

## CONCLUSÃO

### A Comparação com o Modelo de MONTEIRO

Nosso objetivo fundamental é o teste da utilização de técnicas quantitativas à luz do modelo qualitativo proposto por MONTEIRO (1964/1973), de modo a atingir com esta comparação uma perspectiva crítica sobre os resultados da análise quantitativa aplicada à Climatologia.

Ao realizarmos esta comparação devemos levar em conta as diferenças existentes entre esses dois trabalhos. Em primeiro lugar a série temporal e a distribuição dos pontos no universo de análise não foram exatamente os mesmos. Para MONTEIRO (1964/1973) o segmento temporal escolhido foi o de 1941-1957, 1944-1961, enquanto que no nosso caso o segmento abrange 1967 e 1976, sendo apenas consideradas as médias mensais e anuais para esse decênio. Por outro lado, no decorrer do período que separa um trabalho do outro (1964/1978), alguns postos foram fechados e outros começaram a funcionar. Por exemplo: enquanto MONTEIRO utilizou Campos do Jordão, ponto de observação importante dada sua localização, no nosso caso foi impossível considerá-lo, pois foi extinto. Da mesma forma utilizamos postos mantidos pelo CTH e CESP, de recente instalação, cuja localização próxima a represas nos trouxe dados de um novo caráter.

Em segundo lugar, em MONTEIRO há um critério de hierarquia de limites na tipologia: parte-se do limite zonal, passa-se ao regional e, subdividindo-se este, passa-se ao local. Dessa forma a comparação somente é possível nesses dois últimos níveis, já que o limite zonal, por participação de sistemas meteorológicos, não é alcançado nas análises quantitativas. Na Figura 17 representa-se a superposição das duas tipologias com o intuito de facilitar a comparação.

Levando-se em consideração esses fatos, podemos dizer que, de modo geral, o Litoral, o Planalto Atlântico Ocidental e o Planalto de Franca apresentam correspondência com o modelo em foco, ao passo que a Depressão Periférica, principalmente em sua porção central, apresenta um agrupamento sensivelmente diferente.

Quanto ao Litoral, nota-se uma diferença em relação ao modelo: o grupo I (Santos e Iguape) aparece separado dado que a influência das massas polares é mais intensa na porção Sul. Mas, como

utilizamos apenas índices mensais, e não extremos absolutos, aquela característica não pôde ser ressaltada.

O Planalto Atlântico, apresenta coincidência dos grupos embora a delimitação não possa ser definitiva nas áreas de serras, onde a informação meteorológica é falha. Ainda aí encontra-se a localidade de Monte Alegre do Sul, que não se associou com nenhuma outra, talvez por causa de suas características de um sítio bem peculiar. Dado que não possuímos elementos que caracterizam melhor os contrafortes a Oeste da Serra da Mantiqueira, não podemos dizer que esta característica local possa ser generalizada nos vales dessa encosta. Também há dúvidas quanto ao agrupamento de que fazem parte São Paulo e Graminha, pois este último posto se localiza próximo à represa.

O Planalto Ocidental, segundo a análise quantitativa, foi subdividido na porção extremo Noroeste e na porção Oeste. Tal subdivisão parece ser resultante da sintonia alcançada pelos *scores* fatoriais mais do que representativa de diferenças entre as duas áreas.

O Planalto de Franca, como já indicamos, se destaca no Norte pelas características térmicas-pluviométricas. Neste caso o aumento de pontos na área contribuiu, agora, para sua melhor definição. Segundo MONTEIRO (1964/1973), a Depressão Periférica estaria subdividida em três porções; o Centro-Norte, que se caracteriza pela atuação da massa Tropical Atlântica, conferindo à região um período seco menor que o da região anterior; a Serra de Botucatu e a Faixa Meridiana de Transição, onde a intersecção das grandes correntes da circulação regional lhe conferem um caráter de transição. A primeira, Centro-Norte, ainda subdivide-se em três áreas, segundo as influências do relevo: a área mais a Leste, onde se situam Santa Rita do Passa Quatro e Pirassununga caracterizam-se pela reduzida nebulosidade e moderação da umidade; a área a Oeste daquela que aglutinaria Jaú e

CARTOGRAMA COMPARATIVO DA TIPOLOGIA CLIMÁTICA DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SEGUNDO MONTEIRO (1964) E ANÁLISE FATORIAL E DE AGRUPAMENTO

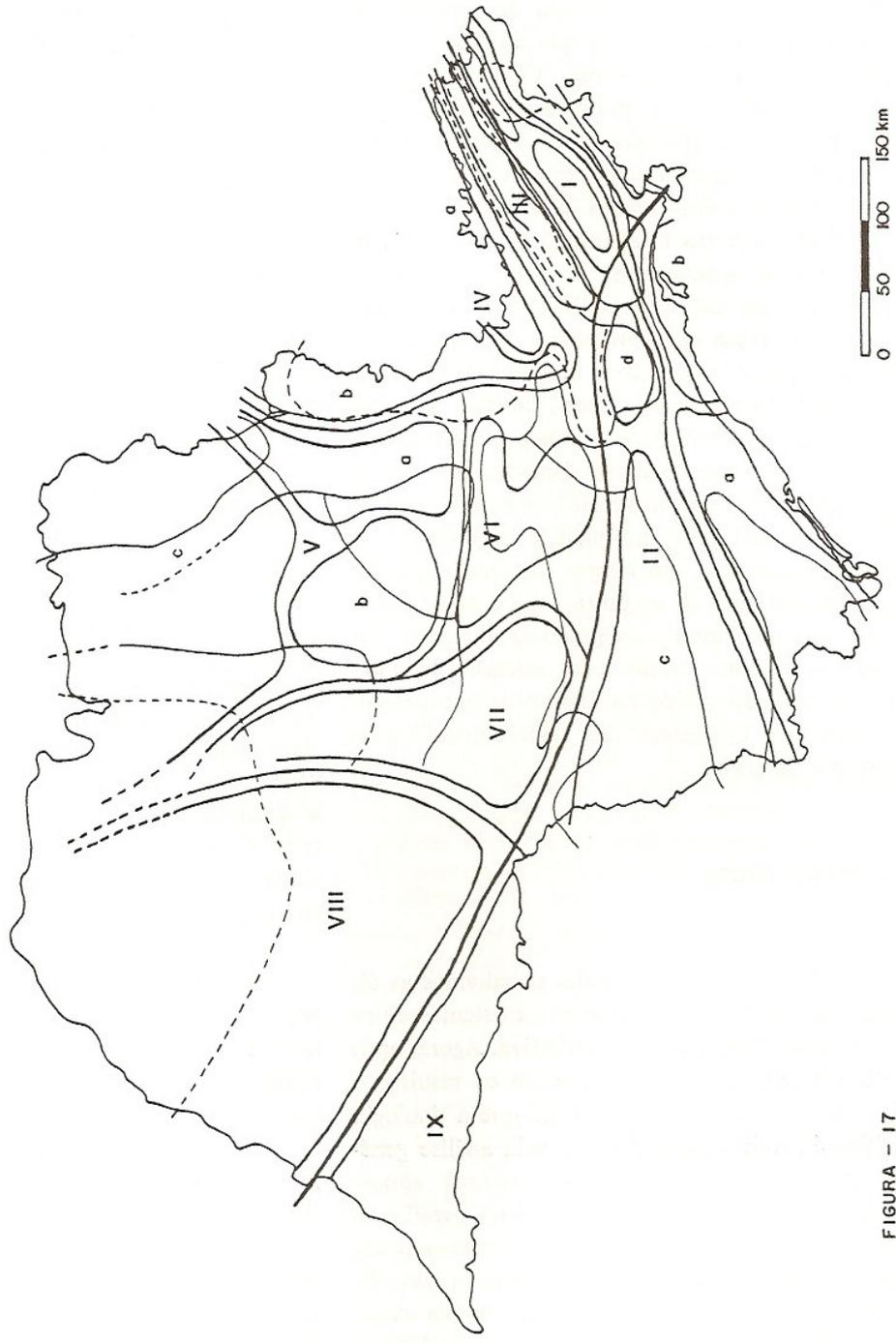


FIGURA - 17

São Carlos, apresenta um aumento da pluviosidade orográfica; e a área ao Norte que apresenta maior pluviosidade de primavera-verão. Comparando essa divisão com aquela resultante da análise de agrupamento, percebemos que enquanto a porção Norte corresponde ao anteriormente proposto, o Centro-Sul da área apresenta alguns problemas. Limeira e São Carlos aparecem aglutinados pois possuem *scores* fatoriais semelhantes, a não ser quanto à pluviosidade que na segunda localidade é menor; mas são duas áreas que apresentam diferenças marcantes de relevo, a primeira situa-se em vale e a segunda em área serrana. Tietê, embora apresentando no fator pluviosidade ponderação que a destaca como área seca, não se destacou das outras localidades ao Sul da Depressão. À medida que as subdivisões dessa área, no modelo qualitativo, se fazem principalmente em termos das diferenças rítmicas sazonais não se encontra essa correspondência na análise fatorial, malgrado a inclusão dos quatro meses representativos das estações do ano. Assim o resultado obtido na análise de agrupamento, no caso da Depressão, não pode coincidir com a proposta anterior.

## Conclusão Final

Ao iniciarmos nosso trabalho ressaltamos as diferenças gerais, mas fundamentais, existentes entre as abordagens qualitativa e quantitativa. Agora, após termos efetuado a comparação entre os resultados obtidos de uma e outra, salientamos que a tipologia climática é revelada, na primeira, pela análise genética (atuação espaço-temporal dos sistemas atmosféricos) expressa através do ritmo como paradigma climático resultando uma associação hierarquizada e que pretende explicar o comportamento do clima. Na segunda, a tipologia é revelada por critérios estatísticos de quantidade, sendo os índices numéricos o paradigma da análise, resultando uma associação sem hierarquia e que apenas descreve os atributos climáticos resultantes. O critério de

classificação é diferente, e mesmo oposto, pois na análise qualitativa (classificação pelo processo) parte-se do geral (escala zonal e regional) para chegar ao particular (escala local) enquanto que na análise quantitativa (classificação pela aparência) faz-se justamente o oposto, ou seja, do particular se chega ao geral.

Esses aspectos nos levam a fazer algumas considerações finais quanto ao uso de técnicas quantitativas de análise em Climatologia, levando em conta a experiência colhida ao realizarmos esse trabalho.

À medida que o paradigma se calca em índices numéricos torna-se de capital importância a regularidade e equilíbrio da distribuição dos pontos de observação no espaço que se pretende analisar. É necessário que as diferentes localidades estejam representadas adequadamente de modo a fornecer elementos de análise tanto dos grandes compartimentos geomorfológicos e de suas áreas de transição como também das subdivisões internas daqueles: vales, serras, encostas, represas etc. No nosso caso a distribuição dos pontos é aleatória, dado que a rede de observação meteorológica paulista possui ainda muitas falhas, que esperamos sejam sanadas em futuro próximo.

A questão da escolha das variáveis também apresenta aspectos importantes pois, como vimos, o fato de termos tentado minimizar a redundância de informação pelo uso de medidas dos elementos, não resolveu por completo esse problema. A sazonalidade, tão importante num estudo de clima, não foi revelada de modo adequado, contribuindo para isso o alto grau de correlação existente entre a distribuição espacial das médias (principalmente da umidade relativa e temperatura). Assim, cremos que no futuro possam ser feitos outros testes com propostas de escolha de outras variáveis. Preservando o paradigma rítmico, talvez o estudo de anos-padrão, expressando numericamente de forma sintética (como por exemplo, através de frequência e porcenta-

gem) as variações diárias dos elementos climáticos, pudesse levar a resultados mais consistentes.

Sob esse ângulo crítico, colhemos resultados interessantes, principalmente aqueles ligados à contribuição que pretendemos dar quanto ao aprimoramento da utilização das técnicas quantitativas. Vimos também que seu uso desligado de uma preocupação qualitativa pode levar a interpretações in-

corretas resultantes do fato de que se parte do particular para o geral. Assim, não excluimos a possibilidade de seu uso, pois a descrição é uma etapa importante para o conhecimento de uma dada realidade, mas seus resultados serão tanto mais significativos quanto melhor forem sincronizados com o conhecimento alcançado através de análises qualitativas.

## BIBLIOGRAFIA

- ABLER, R.; ADAMS, J.S.; GOULD, P. Classification. in: *Spatial Organization: the Geographer's view of the world*. Cap. 6. New Jersey. Prentice-Hall, INC., Englewood Cliffs, 1971. 149-189.
- AOUAD, Marilene dos Santos. Tentativa de Classificação Climática para o Estado da Bahia. (uma análise quantitativa dos atributos locais associada à análise qualitativa do processo genético). Tese de Mestrado. Inédita. FFLCH-USP. 1978.
- AYOADE, J.O. On the Use of Multivariate Techniques in Climatic Classification and Regionalization. *Arch. Met. Geogh. Biokl.*, Serie B, 24. 1977. 257-267.
- BERRY, Brian J.L. & BAKER, Alan M. Amostragem Geográfica. in: *Análise Espacial. Textos Básicos 3*. Rio de Janeiro. IPGH. 1-17.
- BERRY, Brian J.L. Um paradigma para a Moderna Geografia. *Revista Brasileira de Geografia*. Rio de Janeiro, 34 (3): 3-18, jul./set., 1972.
- CATTELL, R.B. Factor Analysis: An Introduction to Essentials I and II. *Biometrics*, vol. 21, 190-215, 405-435.
- CHARRE, J. & DUMOLARD, P. Essai de Classification Synthetique des Climats de la Turquie. *Mediterrané*. 14 (3), 1973.
- COLE, J.P. *Geografia Quantitativa*. Rio de Janeiro. IBGE, 1972.
- DIXON, W.J. (editor). *Biomedical Computer Programs-BMD*. 3ª edição, California, University of California Press, 1973.
- HALL, Calvin & LINDZEY, Gardner. Teorias Fatoriais. in: *Teorias da Personalidade*. 5ª reimpresão, São Paulo, EPU e Editora da USP, 1973. 415-458.
- IMSL. *Internacional Mathematical and Statistiical Libraries-3* 6ª edição, IMSL, 1977.
- KING, Leslie J. Principal Components and Factor Analysis in Geographic Research. in: *Statistical Analysis in Geography* (cap. 7). New Jersey, Prentice-Hall, INC., Englewood Cliffs, 1971. 165-193.
- McBOYLE, G.R. (editor). Climate Classification of Australian by Computer. in: *Climate in Review*. Boston. Hugh Mifflinko, 1973.
- MILLER, W.S. & AUCLAIR, A.N. Factor Analitic Models of Bioclimate for Canadian Forest Regions. *Canad. J. For. Res.*, Ottawa, 4: 536-548, 1974.
- MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Da necessidade de um Caráter Genético à Classificação Climática (Algumas Considerações Metodológicas a propósito do Estudo do Brasil Meridional). *Revista Geográfica*, XXXI (57): 29-55, 2º semestre, Rio de Janeiro, IPGH, 1962.
- . Análise Rítmica em Climatologia: Problemas da Atualidade Climática em São Paulo e achegas para um Programa de Trabalho. *Climatologia nº 1*. São Paulo, IG-USP, 1971.
- . *A Dinâmica Climática e as Chuvas do Estado de São Paulo* (Estudo Geográfico em forma de Atlas). São Paulo. IG-USP, 1973 (1964).
- NIE, Norman H. Statistical Package for the Social Sciences. 2ª edição. McGraw-Hill, INC., 1975.
- STRAHLER, A.G. Climates and their Classification. in: *Physical Geography*. New York, John Wiley & Sons, 1951. 343-391.
- TAYLOR, Peter J. *Quantitative Methods in Geography: an introduction to spatial analysis*. Boston, Houghton Mifflin Company, 1977.
- WILLMOTT, Cort J. A Component Analytic Approach to Precipitation. Regionalization in California. *Arch. Met. Geogh. Biokl.*, Serie B. 24, 269-281, 1977.