

# Critérios de escolha de anos padrões para análise rítmica<sup>1</sup>

ANTÔNIO CARLOS TAVARES (\*)

Esse artigo encara o clima segundo a concepção proposta por Sorre. Nessa perspectiva, uma maneira de estudá-lo é através da análise rítmica, que foi apresentada por Monteiro (1971), ao discorrer sobre problemas da atualidade climática e programas de pesquisas. A utilização de anos padrões foi uma das maneiras concebidas para resolver o problema do período a ser focalizado por essa análise. O objetivo desse trabalho é o de estabelecer critérios para escolha de anos padrões, dentro de um determinado período cronológico, a fim de serem estudados através da análise rítmica. Com isso pretendemos sanar as possíveis dúvidas existentes, que têm gerado confusões e diversificadas interpretações sobre seu uso.

## A CONCEPÇÃO DE ANO PADRÃO

Sorre (1951:13-14) definiu clima como "l'ambiance atmosphérique constituée par la série des états de l'atmosphère au-dessus d'un lieu dans leur succession habituelle". Essa definição, nas últimas décadas, tem orientado numerosos pesquisadores voltados para a climatologia. Ela chama a atenção para os estados atmosféricos, isto é, para o tempo meteorológico, que reflete uma determinada combinação da temperatura, pressão, vento, umidade e outros atributos climáticos. O fato de as condições que caracterizam um tempo meteorológico poderem se repetir, se não exatamente, pelo menos de modo similar, leva-nos à noção de tipos de tempo. Dessa forma, por exemplo, a passagem

1. Agradecemos aos Profs. Drs. Antônio Christofoletti e Walter Cecilio Brino pela leitura dos originais e sugestões apresentadas.

\* Departamento de Geografia e Planejamento Regional da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro, Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho.

de frentes frias por São Paulo acarretam tempos instáveis, com nebulosidade, decréscimo da temperatura, aumento da umidade relativa e, freqüentemente, precipitações. Assim essas condições caracterizam um tipo de tempo frontal. A série de estados atmosféricos de Sorre pode ser interpretada como sendo composta de diversos tipos de tempo. Sorre referiu-se também à sucessão habitual dos estados atmosféricos, que é a maneira pela qual se encadeiam os tipos de tempo. Assim, os diversos climas teriam, durante as várias estações do ano, tipos de tempo característicos, que se sucederiam de forma definida, caracterizando cadeias de tipos de tempo. As condições reinantes nos diversos períodos sazonais de um ano repetir-se-iam teoricamente em outro, constituindo o ritmo climático, que, pela definição em questão, seria a essência do clima.

Ora, o pesquisador que desenvolver seu estudo baseado nessa concepção deverá estar preocupado com a identificação de: tempo, tipos de tempo, cadeias de tipo de tempo e ritmo. Visto que o tempo constitui um ajustamento dos atributos climáticos à circulação atmosférica, há necessidade de se estudá-la, a fim de se chegar à caracterização das propriedades citadas.

Fundamentado nesses aspectos, Monteiro (1871:9) propôs que se considerasse a análise rítmica como maneira de investigar a realidade. "Admitimos, pois, como válida, a conclusão de que o ritmo climático só poderá ser compreendido através da representação concomitante dos elementos fundamentais do clima em unidades de tempo cronológico pelo menos diárias, compatíveis com a representação da circulação atmosférica regional, geradora dos estados atmosféricos que se sucedem e constituem o fundamento do ritmo". Claro que quanto maior o período analisado, melhores seriam os resultados obtidos. Porém, é fácil deduzir que seria difícil e trabalhoso estender essa análise por um período de, por exemplo, 30 anos, como tem sido habitualmente feito para obtenção dos dados normais.

Para solução desse problema, Monteiro (1973), ao estudar a dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo, utilizou-se do estudo de anos padrões. Esse climatólogo, através de suas pesquisas, teve a atenção voltada para irregularidades do ritmo climático, notadas principalmente na distribuição das precipitações. Segundo Monteiro (1971:1-2) "os tempos que atravessamos revelam sensível irregularidade no ritmo climático que, função dos nossos vínculos zonais e regionais a quadros climáticos intertropicais, se evidenciam sobretudo na distribuição das chuvas. Alternam-se proximamente episódios de 'secas' com outros de tal concentração de chuvas que atingem feições calamitosas. Atendo-se apenas ao último decênio podemos encontrar em São Paulo uma claríssima ilustração destas

irregularidades. O ano de 1963 caracterizou-se pela ocorrência de uma 'seca' acentuada no Estado, culminando com o esvaziamento quase completo dos reservatórios do planalto paulistano, criando não só problemas de abastecimento de água à cidade, como atingindo limites críticos à energia elétrica no parque industrial da área metropolitana. Já no ano seguinte, com verões surpreendentemente chuvosos, sanaram-se as deficiências hídricas, atingindo os reservatórios a capacidade total. Os verões de 1966 e 1967, não apenas em São Paulo mas no sudeste brasileiro, deixaram um registro nefasto pelos episódios calamitosos de que se revestiram. Ainda estão vivos na memória os episódios de Caraguatatuba, Serras das Araras e Guanabara. Já o verão de 1967/68 registrou deficiência de chuvas em meses normalmente os mais chuvosos. Essas deficiências prolongaram-se pelo ano seguinte, refletindo-se nos níveis dos reservatórios da metrópole. Em 1970 o verão registrou uma intensificação das chuvas no Planalto Atlântico, com episódios calamitosos em janeiro e fevereiro no domínio da Grande São Paulo".

Tais aspectos fizeram com que a escolha dos anos padrões fosse orientada sobretudo pela ocorrência das precipitações, cuja variação empana a dos demais fenômenos, por ser de caráter descontínuo. Daí serem os anos padrões denominados freqüentemente de "secos", "chuvosos" e "normais".

Entendemos que um ano padrão "normal" seria aquele em que a distribuição da precipitação anual de um determinado lugar fosse semelhante à distribuição das precipitações médias, obtidas através de vários anos para esse local. Como essa distribuição estaria de acordo com a típica circulação atmosférica regional, em um período de décadas, teria ocorrência maior do que os padrões extremos "secos" ou "chuvosos".

Anos padrões "secos" ou "chuvosos" não se referem aos totais anuais de chuvas, mas à distribuição delas no decorrer do ano. O ano padrão "seco" caracterizar-se-ia por uma distribuição das precipitações que apresentasse um grande desvio em relação aos dados médios, em função de períodos com intensa falta de chuvas, enquanto o ano padrão "chuvoso" deveria suas discrepâncias ao excesso de chuva em relação aos dados mais freqüentes.

A utilização dos anos padrões na realização da análise rítmica possibilita a compreensão e caracterização do clima, através da análise dos padrões normais e das possíveis diversificações que ocorrem na circulação atmosférica, e que refletem nos tipos de tempo dos anos "secos" e "chuvosos".

Embora fundamentada nos aspectos acima citados, a escolha de anos padrões tem sido calcada mais na intuição do pesquisador e marcada, em função disso, por um certo grau de arbitrariedade. Dessa forma, propomo-nos aqui a apresentar critérios que sirvam de parâmetros para nortear essa escolha. A fim de exemplificarmos o processo seletivo, isto é, o modo pelo qual serão escolhidos os anos padrões, utilizaremos os dados de Campinas, referentes ao período 1961/70 e fornecidos pelo Sétimo Distrito de Meteorologia do Ministério da Agricultura.

Como primeiro passo, agrupamos os dados mensais de precipitação em períodos trimestrais, correspondentes a cada uma das estações do ano: verão (janeiro, fevereiro e março), outono (abril, maio e junho), inverno (julho, agosto e setembro) e primavera (outubro, novembro e dezembro). Para tanto, não consideramos as estações astronômicas, porque não lidávamos com dados diários. Justificamos essa medida, porque se estudarmos os climas do Globo veremos que eles apresentam regimes sazonais de precipitações bem definidos (exceto climas áridos). Todavia, um exame mais detalhado mostrará que os meses de chuvas mais intensas ou menos intensas não serão sempre os mesmos, sem que isso, obrigatoriamente, empane as características das estações.

Dessa forma, para nós, por exemplo, pouco importaria se fosse janeiro ou fevereiro o mês mais chuvoso, ou julho ou agosto o mês mais seco de um determinado ano em Campinas, mas sim o aspecto global de que se revestiria, o verão ou inverno daquele ano.

Após o agrupamento dos dados, calculamos a precipitação média para cada uma das estações do ano. Em função dessa operação o período cronológico focalizado deveria conter ao menos dez anos, a fim de que a existência de anos com distribuição anormal da precipitação não interfira acentuadamente nos resultados. As precipitações sazonais de Campinas no período 1961/70 e os dados médios obtidos estão na Tabela 1.

Com os dados da Tabela 1 calculamos o desvio percentual de cada estação em relação aos dados médios obtidos. Os resultados foram transpostos para a Tabela 2 e já nos permitem algumas conclusões. Os anos cujos totais dos desvios aproximam-se de zero, mostrando que suas precipitações aproximam-se das precipitações médias dos dez anos, poderiam ser considerados "normais", como é o caso de 1967. Ao contrário, os anos que apresentassem grandes desvios seriam representantes das situações extremas. Poderiam ser exemplos de "chuvosos",

se os desvios fossem positivos, caso de 1970 ou "secos", se os desvios fossem negativos, caso específico de 1963.

Mas, pela concepção de ano padrão, ficou patente que o "normal", além de aproximar-se dos dados médios, deveria ter uma ocorrência mais freqüente. Além disso, deixamos transparecer que os anos escolhidos para análise não deveriam ter alto grau de similaridade entre si, pois deveriam representar situações extremas e habituais.

Diante desses fatos, pareceu-nos viável organizar uma matriz de distância (Tabela 3), que foi concebida a partir da Tabela 2, pelo cálculo do coeficiente de similaridade multidimensional, através da fórmula:

$$D = \sqrt{\sum d^2}$$

onde,  $d$  significa a diferença entre os desvios obtidos no mesmo trimestre em dois anos diferentes.

Elaborada a Tabela 3, passamos à análise hierárquica por pares recíprocos, detalhadamente tratada por Johnston (1968) e por Diniz (1971). Na realização dessa etapa utilizamos o centróide. O final da análise hierárquica por pares recíprocos forneceu elementos para a construção da árvore de ligação (Fig. 1), onde poderemos observar o agrupamento dos anos considerados, bem como o nível de perda de detalhe (%) em que eles foram estabelecidos.

Um exame da árvore de ligação mostra que os agrupamentos começaram a ocorrer com quase 20% de perda de detalhe, o que garante, até certo ponto, a individualidade de cada ano. Todavia, ao nível de 20% de perda de detalhe define-se um conjunto formado por 67, 69, 66, 64 e 62, considerados "normais", atestando o fato de que eles teriam realmente uma ocorrência mais freqüente. Dentre eles optaríamos para o estudo de 1967, que na Tabela 2 se apresentou mais próximo da média, permanecendo os demais como opções possíveis e válidas.

Os anos de 1963 e 1970, considerados representantes de situações extremas, ao analisarmos a Tabela 2, realmente confirmaram isso, pois foram os últimos a se associarem a outros. Com o auxílio daquela tabela poderemos classificá-lo como "seco" e "chuvoso" respectivamente.

Já 61 e 68, que só se agrupam aos considerados "normais" ao nível de 53% de perda de detalhe, constituiriam uma segunda opção para a escolha de ano padrão "seco", embora não representem situação tão extrema quanto 1963. Tal fato também pode ser percebido examinando-se a Tabela 2.

O ano de 65 poderia ser considerado como uma segunda opção de ano "chuvoso", ainda que ele apresentasse maiores seme-

TABELA 1. PRECIPITAÇÕES MÉDIAS E SAZONAIS DO PERÍODO 1961/70 EM CAMPINAS, SP

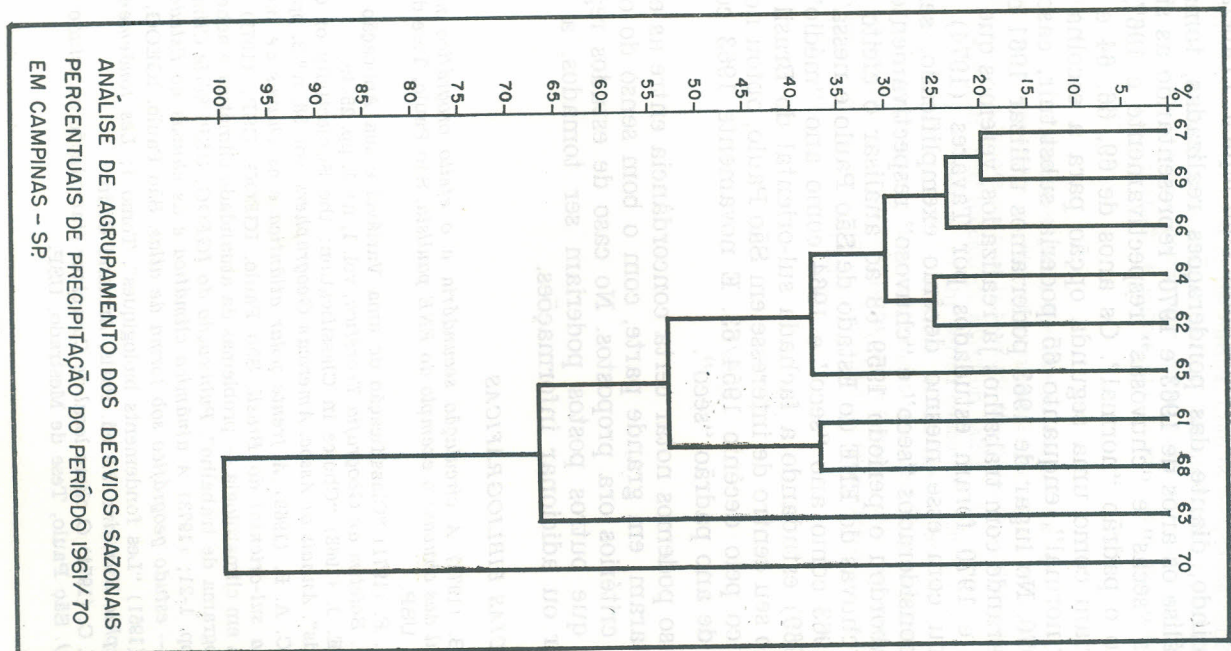
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	X
Verão	566	562	921	503	770	530	670	448	425	1124	625
Outono	162	84	48	143	156	82	130	143	136	166	125
Inverno	15	148	10	142	139	97	103	72	109	227	106
Primavera	510	669	443	664	407	546	553	299	531	411	503

TABELA 2. DESVIO PERCENTUAL DAS PRECIPITAÇÕES SAZONAIS EM RELAÇÃO AS PRECIPITAÇÕES MÉDIAS DO PERÍODO 1961/70 EM CAMPINAS, SP

	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Verão	-13,19	-13,80	41,26	-22,85	18,10	-18,71	2,76	-31,29	-34,82	72,39
Outono	29,60	-32,80	-61,60	14,49	24,80	-34,40	4,00	14,40	8,80	32,80
Inverno	-85,85	39,62	-90,57	33,96	31,13	-8,49	-2,83	-32,08	2,83	114,15
Primavera	1,39	33,00	-11,93	32,01	-19,09	8,55	9,94	-40,56	5,57	-18,29
Total	-68,05	26,02	-122,84	52,52	54,94	-53,05	13,87	-87,10	-17,62	201,05

TABELA 3. COEFICIENTE DE SIMILARIDADE MULTIDIMENSIONAL ENTRE OS DESVIOS PERCENTUAIS DE PRECIPITAÇÃO DO PERÍODO 1961/70 EM CAMPINAS, SP

	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
61	0	143,65	107,15	124,97	122,91	100,81	88,74	72,18	93,71	218,45
62		0	151,09	48,09	84,38	54,21	62,95	114,39	65,41	141,13
63			0	165,30	151,21	107,20	113,91	123,61	140,62	227,66
64				0	66,36	68,93	51,04	121,25	42,93	135,54
65					0	84,81	51,61	83,69	66,69	99,52
66						0	44,38	64,19	47,57	169,04
67							0	68,10	38,55	141,98
68								0	58,23	181,57
69									0	158,21
70										0



lhanças com os “normais” do que com 1970. Todavia, o cálculo do coeficiente de similaridade multidimensional mostrou que esse foi o ano de maior similaridade com aquele (Tabela 3).

Concluindo, diante das ponderações realizadas, tomaríamos para análise os anos de 1963 e 1970, representando as situações extremas “secas” e “chuvosas” respectivamente e 1967, caracterizando o padrão “normal”. Os anos de 69, 66, 64 e 62 permaneceriam como uma segunda opção para a escolha do ano padrão “normal”, enquanto 65 poderia substituir, caso necessário, 1970. No lugar de 1963 poderíamos utilizar 1961 ou 1968.

Comparando com trabalhos já realizados, veremos que os anos de 1963 e 1970 foram estudados por Tavares (1974), que se preocupou com esse mesmo decênio exemplificado, sendo na ocasião considerados “seco” e “chuvoso” respectivamente. Conti (1972) abordou o período 1959/68 ao analisar o efeito orográfico nas chuvas do ENE do Estado de São Paulo e nessa ocasião tomou 1963 como ano “seco” e 1964 como ano “médio”. Monteiro (1969) estudando a fachada sul-oriental do Brasil e estabelecendo seu centro de interesse em São Paulo, optou no tempo cronológico pelo decênio 1954/63. E novamente 1963 constitui exemplo de ano padrão “seco”.

Com isso podemos notar certa concordância entre as escolhas que contaram, em grande parte, com o bom senso do observador e os critérios ora propostos. No caso de estudos regionais, evidente que outros postos poderiam ser tomados, a fim de confirmar ou adicionar informações.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Conti, J. B. (1972) *A circulação secundária e o efeito orográfico na gênese regional das chuvas: o exemplo do ENE paulista*. São Paulo, Tese de Doutorado, USP.
- Diniz, J. A. F. (1971) “Classificação de uma Variável e sua Aplicação na Geografia”. *Boletim de Geografia Teorética*, vol. 1, n.º 1, pp. 25-40.
- Johnston, E. J. (1968) “Choice in Classification: the Subjectivity of Objective Methods”. *Annals of Assoc. American Geographers*, vol. 58, n.º 3, pp. 275-370.
- Monteiro, C. A. F. (1969) *A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil*. São Paulo, IGEOG, USP; (1971) “Análise rítmica em climatologia — problemas da atualidade climática e achegas para um programa de trabalho”. *Publicação do IGEOG, USP, Série Climatologia*, n.º 1, pp. 1-21; (1973) *A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo — estudo geográfico sob forma de atlas*. São Paulo, IGEOG, USP.
- Sorre, M. (1951) “Les fondements biologiques”, Tomo I; *Les fondements de la Géographie Humaine*. 3.ª ed. Paris, Armand Colin.
- Tavares, A. C. (1974) *O clima local de Campinas (introdução ao estudo do clima urbano)*. São Paulo, Tese de Mestrado, USP.

#### RESUMO

Esse trabalho estabelece critérios para a escolha de anos padrões, utilizados para resolver o problema do período cronológico a ser focalizado pela análise

rítmica, cuja finalidade é estudar o clima, compreendido segundo a definição de Sorre. O processo de escolha leva em consideração as precipitações sazonais e as precipitações médias do período considerado, calculando o desvio percentual de cada estação em relação aos dados médios. Com os resultados obtidos efetuou-se o cálculo do coeficiente de similaridade multidimensional e a análise hierárquica por pares recíprocos, permitindo esses processos distinguir anos com distribuição de chuva “normal” e outros que representam situações extremas “secas” ou “chuvosas”.

#### SUMMARY

*Selection criteria of standard years for the rythmical analysis.* This work are used to solve the problem of the chronological period to be focused by the rythmical analysis, whose purpose is to study the climate, understood according to Sorre's definition. The process of selection takes into account the seasonal rainfalls and the mean rainfall of the period considered, computing the percentage deviation of each season in relation to the mean data. With the results obtained, the computation of the multidimensional similarity coefficient and the hierarchical analysis by reciprocal pairs are performed, allowing these processes to distinguish years with “normal” rain distribution and years which represent extreme “dry” or “rainy” situations.