

Cartografia da concentração ou diversificação da precipitação no Estado da Bahia: uma aplicação do índice de Oliver

1 — INTRODUÇÃO

Barbara-Christine Nentwig Silva *

O nosso objetivo é o de testar uma técnica matemático-estatística que possa determinar a concentração ou diversificação de um fenômeno no tempo e no espaço e apresentar uma representação cartográfica compatível.

Aplicamos para o Estado da Bahia o índice de concentração/diversificação de precipitação de J. E. Oliver, proposto em 1980, que fornece, através da representação cartográfica, informações baseadas em medidas matemático-esta-

* Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, Salvador.

Trabalho realizado com apoio do CNPq.

Colaboraram neste trabalho os seguintes estudantes de Geografia, todos bolsistas do Programa Bolsa de Trabalho/Pesquisa-MEC-DAE/UFBA: Lucas Batista Pereira, Mary Rejane Prado de Vasconcelos e Terezinha Matias da Silva.

tísticas sobre a periodicidade da precipitação no decorrer do ano.

O índice de Oliver parece-nos particularmente importante, uma vez que existem poucas técnicas que permitem, para fins de comparação de diversas estações, a representação cartográfica do regime sazonal da precipitação, sendo algumas simples como é o caso da determinação do máximo percentual de contribuição de precipitação em 3 meses consecutivos (ver, por exemplo, as considerações de Nimer, E., 1979) e outras bem complexas exigindo grandes conhecimentos estatísticos, como é o caso da análise harmônica (Horn, L. H. e Bryson, R. A., 1960). O índice que mais se aproxima do de Oliver é o coeficiente de variação que pode caracterizar a concentração ou diversificação no decorrer do ano, se bem que ele foi mais utilizado para medir a variação da precipitação de um ano em relação ao outro (Silva, B. C. N., 1981).

2 — ORIGEM DO ÍNDICE E SUA MODIFICAÇÃO

O índice de Oliver foi desenvolvido a partir do de Gibbs-Martin, proposto em 1962, para medir a diversificação de emprego nas indústrias em regiões comparáveis. Como Oliver destaca (p. 300), o índice Gibbs-Martin é, assim, um que surgiu da economia com acento sobre a não-concentração, ou seja, sobre a diversificação, sendo que a total concentração, no índice Gibbs-Martin, é indicada por zero e a total diversificação teoricamente por um. A fórmula seria: $1 - \frac{\sum X^2}{(\sum X)^2}$ onde X é o número de empregados numa determinada categoria industrial.

Para a aplicação na climatologia é mais conveniente inverter a es-

cala de tal maneira que a uniformidade da precipitação no decorrer do ano é indicada por um índice baixo e a concentração ou, em outras palavras, a periodicidade, por um índice mais alto (Oliver, p. 301). Assim, o índice proposto por Oliver é calculado pela fórmula:

$$\text{Índice de Oliver} = \frac{\sum X^2}{(\sum X)^2} \cdot 100$$

onde X é a precipitação média mensal para cada mês do ano.

As considerações teóricas sobre o índice de Oliver indicam que:

a) o índice aproxima-se de 100 na medida em que o fenômeno em pesquisa vai concentrando, ou seja, aplicado para o exemplo da concentração ou diversificação da precipitação nos doze meses do ano, o índice tende a 100, com maior concentração da precipitação no decorrer do ano. Se toda a chuva anual caísse em um mês, ele atingiria o valor 100;

b) com maior diversificação o valor do índice de Oliver tende a zero, a depender do número de categorias.

Teoricamente, para 1 milhão de categorias a total diversificação do fenômeno tem o índice 0,0001. Por outro lado, o índice indicando total diversificação é 8,33 para 12 categorias (como ocorre no nosso exemplo) e aumenta para 16,67 quando se trata, por exemplo, de 6 categorias. Assim, o limite inferior do índice não é fixo, mas depende do número de categorias;

c) o índice não indica nem a quantidade de chuva mensal nem anual nas determinadas estações, mas sim a concentração ou diversificação de precipitação no decorrer do ano.

Em analogia ao exemplo de Oliver (p. 303) comparamos, para melhor explicação, dois exemplos teóricos de precipitação onde, no

primeiro exemplo (tab. 1) doze estações têm a mesma quantidade de chuva anual e no segundo exemplo (tab. 2) doze estações registram precipitações anuais diferentes. Nos dois exemplos a concentração, ou seja, a periodicidade aumenta de maneira idêntica até a 12.^a estação. Constatamos que os índices nos dois exemplos são iguais, isto é, a quantidade de precipitação não foi levada em consideração, mas sim a concentração ou diversificação. Observa-se também que o índice não aumenta regularmente com maior concentração. Por exemplo, se a precipitação passa de total regularidade em doze meses para concentração em seis meses, o índice dobra; se a concentração passa de seis meses para três, o índice dobra de novo.

Com as citadas características, o índice de Oliver tem uma vantagem em relação ao coeficiente de variação por ter limites fixos que, no nosso exemplo, variam de 8,33 até 100.

3 — APLICAÇÃO DO ÍNDICE PARA O ESTADO DA BAHIA

No Estado da Bahia e regiões adjacentes temos 143 postos e estações meteorológicas com medidas de precipitação mensal para um período máximo de 25 anos (1945-1970) editados pela Secretaria do Planejamento, Ciência e Tecnologia em 1976.

O roteiro metodológico para a elaboração da carta do índice de concentração ou diversificação de precipitação de Oliver é mostrado no roteiro n.º 1 e a carta resultante na figura 2.

Como se vê na figura 1, as estações meteorológicas são distribuídas irregularmente no espaço baiano. O ideal seria uma rede densa e regular de estações. Assim, nas regiões com poucos dados podemos

somente indicar as tendências do fenômeno, sujeitas a modificações se um dia surgirem mais indicações sobre a quantidade de precipitação. Justifica-se, desta maneira, uma escala pequena na construção do mapa (aproximadamente até 1 : 2.500.000) sem fornecer detalhes que não podem ser dados pelas razões expostas.

Optamos pela representação do índice por isolinhas, ou seja, linhas ligando pontos do mesmo valor do índice, utilizando como limites de classe 1/2 desvio padrão (classificação baseada em Silva B. C. N., 1980). Considerando que os índices não variam mais de 2 desvios padrões em torno do índice médio do estado, fizemos uma divisão em oito classes.

Segundo a figura 2, destaca-se que a maior diversificação da precipitação no decorrer do ano se registra no litoral sul, em torno da estação de Ilhéus, com um índice de 8,83, que se aproxima do índice de total diversificação 8,33 (tab. 3). Para fins de comparação, é interessante destacar que, embora o índice seja baixo, os mais baixos valores do Brasil parecem encontrar-se no Rio Grande do Sul, na região de São Francisco de Paula (lat. 29°20'S e long. 50°31'W), com 8,39 (tab. 4).

A maior concentração na Bahia, ou seja, uma sensível periodicidade, observa-se, por sua vez, na região de Boninal, na chapada Diamantina (lat. 12°42'S e long. 41°50'W), com um índice de 17,81 (tab. 3). Segundo o exemplo teórico, vê-se que não se trata de concentração extrema da precipitação que seria 100, que, por sinal, nunca foi encontrado na realidade. Parece que os valores reais registrados de extrema concentração das chuvas no decorrer do ano se aproximam do índice 50 (Oliver, 1980, p. 302) segundo os dados da estação de Nouakchott, Mauritanía, com uma média anual de 157 mm. Por outro

TABELA 1

Exemplo teórico

ESTACÕES MESES (X)	P r e c i p i t a ç ã o (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Janeiro	50	54.55	60	66.67	75	85.71	100	120	150	200	300	600
Fevereiro	50	54.55	60	66.67	75	85.71	100	120	150	200	300	0
Março	50	54.55	60	66.67	75	85.71	100	120	150	200	0	0
Abril	50	54.55	60	66.67	75	85.71	100	120	150	0	0	0
Maió	50	54.55	60	66.67	75	85.71	100	120	0	0	0	0
Junho	50	54.55	60	66.67	75	85.71	100	0	0	0	0	0
Julho	50	54.55	60	66.67	75	85.71	0	0	0	0	0	0
Agosto	50	54.55	60	66.67	75	0	0	0	0	0	0	0
Setembro	50	54.55	60	66.67	0	0	0	0	0	0	0	0
Outubro	50	54.55	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Novembro	50	54.55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dezembro	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$\sum X$	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
Índice de OLIVER	8.33	9.09	10.00	11.11	12.50	14.29	16.67	20.00	25.00	33.33	50.00	100.00

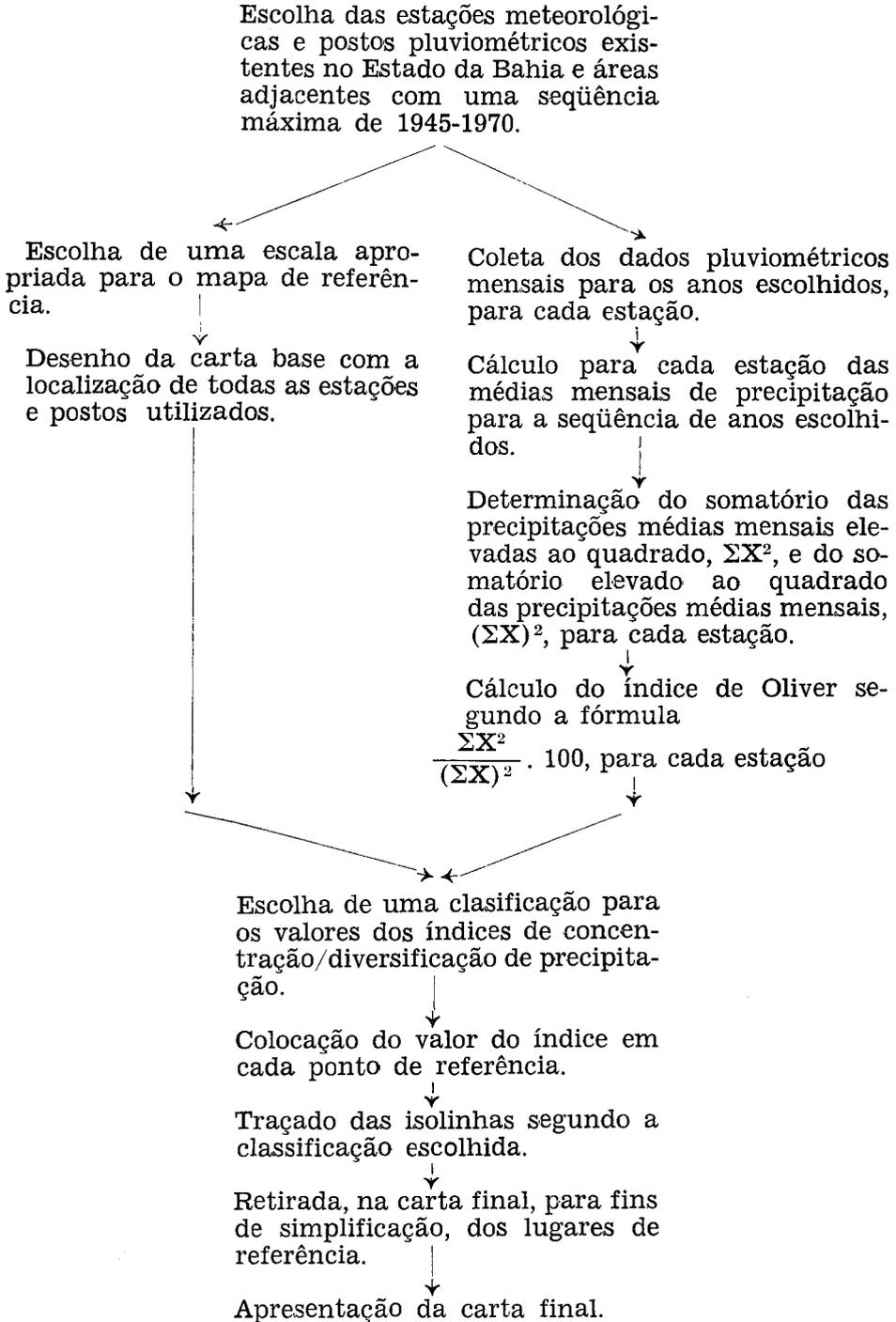
TABELA 2

Exemplo teórico

ESTACÕES MESES (X)	P r e c i p i t a ç ã o (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Janeiro	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Fevereiro	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	0
Março	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	0	0
Abril	150	150	150	150	150	150	150	150	150	0	0	0
Maió	150	150	150	150	150	150	150	150	0	0	0	0
Junho	150	150	150	150	150	150	150	0	0	0	0	0
Julho	150	150	150	150	150	150	0	0	0	0	0	0
Agosto	150	150	150	150	150	0	0	0	0	0	0	0
Setembro	150	150	150	150	0	0	0	0	0	0	0	0
Outubro	150	150	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Novembro	150	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dezembro	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$\sum X$	1.800	1.650	1.500	1.350	1.200	1.050	900	750	600	450	300	150
Índice de OLIVER	8.33	9.09	10.00	11.11	12.50	14.29	16.67	20.00	25.00	33.33	50.00	100.00

Roteiro n.º 1:

Roteiro metodológico para a elaboração da carta do índice concentração/diversificação de precipitação de Oliver



lado, encontramos para a estação de Antofagasta, no deserto da costa norte do Chile (lat. 23°28'S e long. 70°26'W) um valor calculado de 62,5, mas fica a questão se tem ainda sentido falar de concentração de chuva na região mais seca do mundo, com precipitação anual abaixo de 10 mm por ano (conforme informação de Weischet, 1970, p. 192). O valor extremo encontrado no Brasil está no Nordeste, com um índice de 20,97 na estação de Crateús, no Ceará (lat. 05°11'S e long. 40°41'W) (tab. 4).

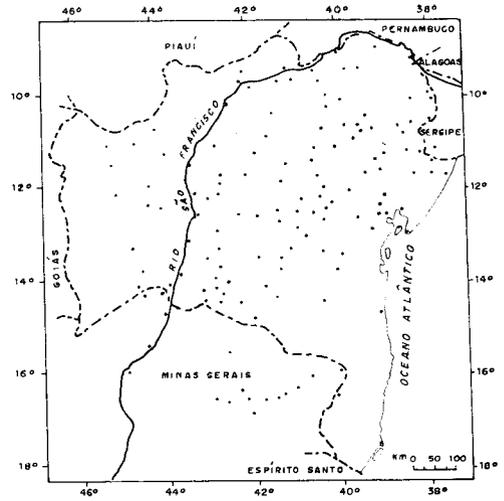


Fig.1: Estações e postos pluviométricos

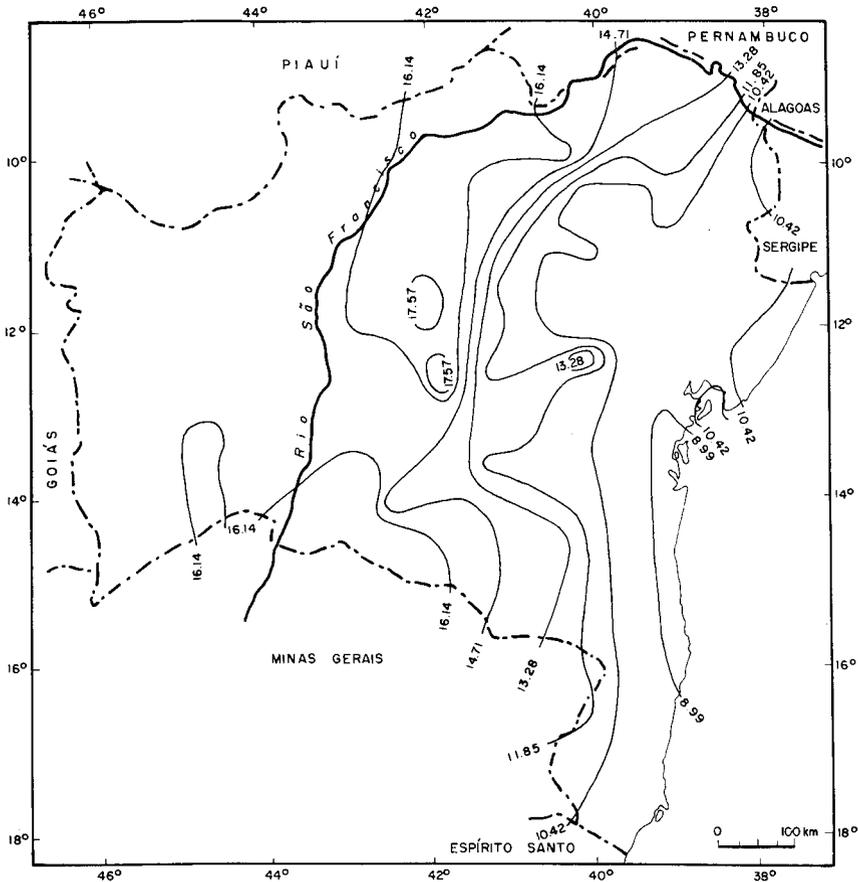


Fig.2: Índice de concentração/diversificação da precipitação intra-anual no Estado da Bahia

TABELA 3

Valores extremos do índice Oliver para o Estado da Bahia

MESES	DIVERSIFICAÇÃO Ilhéus-Bahia	CONCENTRAÇÃO Boninal-Bahia
	Precipitação (mm)	
Janeiro.....	131,2	83,3
Fevereiro.....	137,4	51,4
Março.....	224,6	68,9
Abril.....	222,9	33,1
Maió.....	143,7	5,8
Junho.....	207,2	0,0
Julho.....	195,0	0,9
Agosto.....	144,6	0,3
Setembro.....	102,0	2,1
Outubro.....	112,4	23,5
Novembro.....	171,3	129,2
Dezembro.....	178,6	131,9
ΣX	1.970,9	530,4
$(\Sigma X)^2$	3.884.446,81	281.324,16
ΣX^2	343.016,87	50.105,12
Índice de Oliver.....	8,83	17,81

TABELA 4

Valores extremos do índice Oliver para o Brasil

MESES	DIVERSIFICAÇÃO	CONCENTRAÇÃO
	São Francisco de Paula — Rio Grande do Sul	Cratéis — Ceará
P r e c i p i t a ç ã o (mm)		
Janeiro.....	202,6	59,6
Fevereiro.....	183,4	197,2
Março.....	203,6	295,7
Abril.....	203,8	262,8
Maió.....	221,4	71,0
Junho.....	216,5	17,2
Julho.....	192,2	7,9
Agosto.....	221,0	3,0
Setembro.....	241,7	2,0
Outubro.....	216,9	7,7
Novembro.....	188,9	9,5
Dezembro.....	183,9	63,7
ΣX	2.475,9	997,3
$(\Sigma X)^2$	6.130.080,81	994.607,29
ΣX^2	514.308,69	208.561,81
Índice de Oliver.....	8,39	20,97

A figura 2 destaca claramente as regiões de regularidade de precipitação no decorrer do ano das de periodicidade. Consideramos como regiões com regularidade na distribuição de precipitação, ou não-periodicidade, estas que estão nas primeiras duas classes na figura 2, tendo um valor máximo do índice em torno de 10. Pode-se falar de distribuição sazonal se o índice está acima de 20 (Oliver, 1980, p. 304-305).

Encontramos dentro das 143 estações 28 com um índice indicando não-periodicidade e os restantes 115 com distribuição sazonal segundo a definição citada. Acentuada periodicidade não ocorre no Estado da Bahia. Nota-se, segundo a carta, uma faixa de rápida transição, com os índices variando entre 11,85 e 14,71.

Interpretando a figura 2 junto com uma carta das isoietas do Estado da Bahia, podemos determinar as regiões onde, além da reduzida quantidade de chuva anual, o regime pluvial no decorrer dos doze meses é concentrado, como é o caso na região de Juazeiro, tornando, nestas regiões, a escassez de água um problema ainda mais grave.

A aplicação do índice de Oliver não se limita somente a mostrar a variação no decorrer do ano, como foi exposto. Poderia também servir para detectar a concentração ou diversificação, por exemplo, nos três meses consecutivos mais chuvosos, isto é, na estação mais chuvosa de uma região, país, etc. Neste caso, as categorias corresponderiam às médias dos 90 dias e o valor mais baixo do índice seria 1,11.

Em resumo, apresentamos a seguir uma indicação de algumas possibilidades de aplicação do índice de Oliver:

a) nos estudos de classificação climatológica, destacando as regiões de periodicidade e de não-pe-

riodicidade, em escala média e pequena;

b) nos estudos sobre o problema das encostas e nas análises sobre inundações, destacando a sazonalidade e, dentro do período chuvoso, destacando a concentração em determinados dias ou horas;

c) nos estudos sobre escolha de culturas que resistem à periodicidade das chuvas ou de culturas que precisam de regularidade;

d) como subsídio na indicação de regiões que merecem prioridades na instalação de poços;

e) na delimitação de regiões problemáticas quando a periodicidade é associada à baixa precipitação anual e grande variação ano a ano.

Evidentemente, as aplicações acima mencionadas devem ser acompanhadas de outras análises consideradas relevantes nos casos específicos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O índice de Oliver revela-se como técnica muito útil e de grande potencialidade de aplicação na pesquisa geográfica, favorecendo a representação cartográfica através de isolinhas. O índice envolve cálculos que podem ainda ser feitos sem computador, sendo, desta maneira, mais acessível a uma grande clientela. É baseado em cálculos matemáticos onde cada mês do ano foi envolvido, como vimos no nosso exemplo.

A carta, como produto final, une, assim, a expressão quantitativa do regime de chuvas nas determinadas estações e a representação espacial, contribuindo para o desenvolvimento de uma cartografia temática estatística.

BIBLIOGRAFIA

1. BAHIA, SEPLANTEC, CENTRO DE PLANEJAMENTO DA BAHIA-CEPLAB. *Atlas climatológico do Estado da Bahia. Análise espacial da pluviosidade*. Salvador, 1976. (Documento n.º 2).
2. COURT, A. Comments on Oliver's "Monthly precipitation distribution: a comparative index". *The Professional Geographer*, 33(2) : 252-253, 1981.
3. GERARDI, L. H. DE OLIVEIRA E SILVA, B. C. NENTWIG. *Quantificação em Geografia*. São Paulo, DIFEL, 1981.
4. GIBBS, J. E. MARTIN, W. Urbanization, technology and the division of labour; International patterns. *American Sociological Review*, 27 : 667-677, 1962.
5. HORN, L.H. E BRYSON, R.A. Harmonic analysis of the annual march of precipitation over the United States. *Annals of the Association of American Geographers*, 50 : 157-171, 1960.
6. NIMER, E. *Pluviometria e recursos hídricos de Pernambuco e Paraíba*. Rio de Janeiro, IBGE, 1979.
7. OLIVER, J.E. Monthly precipitation distribution; a comparative index. *The Professional Geographer*, 32(3) : 300-309, 1980.
8. SILVA, B.C. NENTWIG. A propósito de uma técnica de seleção de intervalos de classe para fins de mapeamento. *Geografia*, 5(9/10) : 85-96, 1980.
9. ————. Contribuição à metodologia da cartografia temática: o exemplo da variabilidade das precipitações anuais no Estado da Bahia. *Geografia*, 6(11/12) : 179-197, 1981.
10. WEISCHET, W. *Chile. Seine länderkundliche Individualität und Struktur*. Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1970.

RESUMO

O trabalho tem como objetivo o teste de uma técnica matemático-estatística para a determinação da concentração ou diversificação de um fenômeno no tempo e no espaço e a apresentação de uma representação cartográfica compatível. Foi escolhido o índice de concentração da precipitação de J. E. Oliver (1980) que fornece cartograficamente informações baseadas em medidas matemático-estatísticas sobre a periodicidade da precipitação no decorrer do ano. O Estado da Bahia foi tomado como exemplo, analisando-se os dados de precipitação intra-anual para um período máximo de 25 anos. O trabalho apresenta um detalhado roteiro metodológico para a elaboração da carta do índice de Oliver. A carta de isolinhas produzida destaca claramente as regiões de regularidade de precipitação no decorrer do ano das regiões de periodicidade. Diversas considerações são feitas sobre a interpretação do problema estudado e sobre a aplicabilidade do índice de Oliver. Esta técnica, ao possibilitar a associação da expressão quantitativa do regime de climas em determinadas estações com a representação espacial, contribui de forma expressiva para o desenvolvimento de uma cartografia temática estatística.

ABSTRACT

The objective of this article is to test a mathematic-statistic technique to define the concentration or diversification of a phenomenon in time and space and to present a specific cartographic representation. It was chosen the precipitation concentration index of J. E. Oliver (1980) which gives cartographically information based on mathematic-statistic measures indicating the precipitation periodicity during the year. The State of Bahia was taken as example and the data of intra-annual precipitation for a maximum period of 25 years were analysed. The article gives a detailed methodological guide to elaborate the Oliver's index map. The isolines map shows clearly the regions of precipitation regularity during the year and the regions with periodicity. Several considerations are made on the interpretation of the studied problem and on the applicability of the index. This technique which makes possible the association of the quantitative expression of the precipitation regime in certain stations and the spatial representation, contributes significantly to the development of a thematic and statistic cartography.