ANÁLISE DE AGRUPAMENTO APLICADA A DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DA BAHIA

Célia Campos Braga (1); Maria Luciene Dias de Melo; Ewerton Cleudson Sousa Melo
(1) Departamento de Ciências Atmosféricas
Centro de Ciências e Tecnologia
Universidade Federal da Paraíba
58.109-970 Campina Grande – PB
e-mail: celia@dca.ufpb.br

ABSTRACT

The objective of the present work is to give a contribution to the climatic study of the states of Bahia, by identifying the homogeneous sub-regions in relations to the annual cyclo and total mean precipitation. The regions are identified by using the method of cluster analysis proposed by Ward (1963). The preliminary results of this study show that the state of Bahia may be at first subdivided in nine (09) areas of homogeneous rainfall regimes.

1. INTRODUÇÃO

O estado da Bahia compreende um território de aproximadamente 600.000 Km^2, com um relevo constituído por planícies, vales, serras e montanhas com altitude entre 800m e 1200m, como por exemplo, a Chapada Diamantina; somados à conjunção de diferentes sistemas de circulação atmosférica, tornam a climatologia deste Estado uma das mais complexas do mundo, refletindo uma extraordinária variedade climática, do ponto de vista da precipitação (NIMER,1989). A Bahia se destaca por sua extensão territorial, sendo o maior estado da Região, correspondendo a 36,41% da área total do Nordeste. O território baiano é afetado por diversos sistemas de tempo, tais como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Sistemas Frontais, Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), ondas de leste, brisas marítimas/terrestres e ventos vale/montanha.

A Chapada Diamantina representa com maior expressividade o efeito orográfico da Bahia, afetando as circulações no sentido do litoral para o interior, que expressam o contraste dos parâmetros de umidade e vegetação de suas vertentes. Enquanto que a vertente oriental retém mais umidade, a ocidental traz as características do semi-árido.

As médias anuais da temperatura no estado da Bahia, situam-se acima 25,0^{o}C nas áreas mais aquecidas da Depressão Sanfranciscana, norte do Planalto Ocidental e no setor litorâneo, da área sul do Recôncavo para norte. O restante do território registra valores entre 20,0°C e 25,0°C, sendo que nas partes altas do conjunto Diamantina-Espinhaço, as médias compensadas são inferiores a 20,0°C (Atlas Climatológico da Bahia).

A variabilidade espacial da pluviosidade no Estado da Bahia é bastante acentuada em boa parte da região, podendo ser caracterizada em áreas distintas, as quais são: a faixa do litoral, que possui índices superiores a 1200mm, ultrapassando 1800mm em algumas áreas. Nesta região a chuva é caracterizada por ter uma distribuição mais regular no decorrer do ano. A parte ocidental, também possui índices elevados, superiores a 1000mm, mas não apresenta uma distribuição regular da precipitação, configurando um período seco, de abril a setembro. Na orientação do relevo a encosta Diamantina, permite definir outra área com índices pluviométricos que ultrapassam 1000mm, assegurando um índice elevado o ano inteiro. Os índices mais baixos inferiores a 600mm são encontrados nas áreas que constituem os setores semi-árido da Estado abrangendo a região Norte, Nordeste e uma pequena porção no centro-sul (Figura 1).

A diversidade de distribuição, espaço-temporal, da precipitação no estado da Bahia, a escassez das estações climatológicas, e ainda tendo em vista necessidade de utilização de séries longas de dados nos estudos climatológicos, o presente trabalho tem como objetivo oferecer uma contribuição ao estudo climático do Estado, à partir da identificação de sub-regiões homogêneas em relação ao ciclo e total anual da precipitação média decendial. A identificação destas regiões foi feita pelo método da análise em multivariada, através da técnica da análise de agrupamento hierárquico, proposta por Ward (EVERITT, 1974).

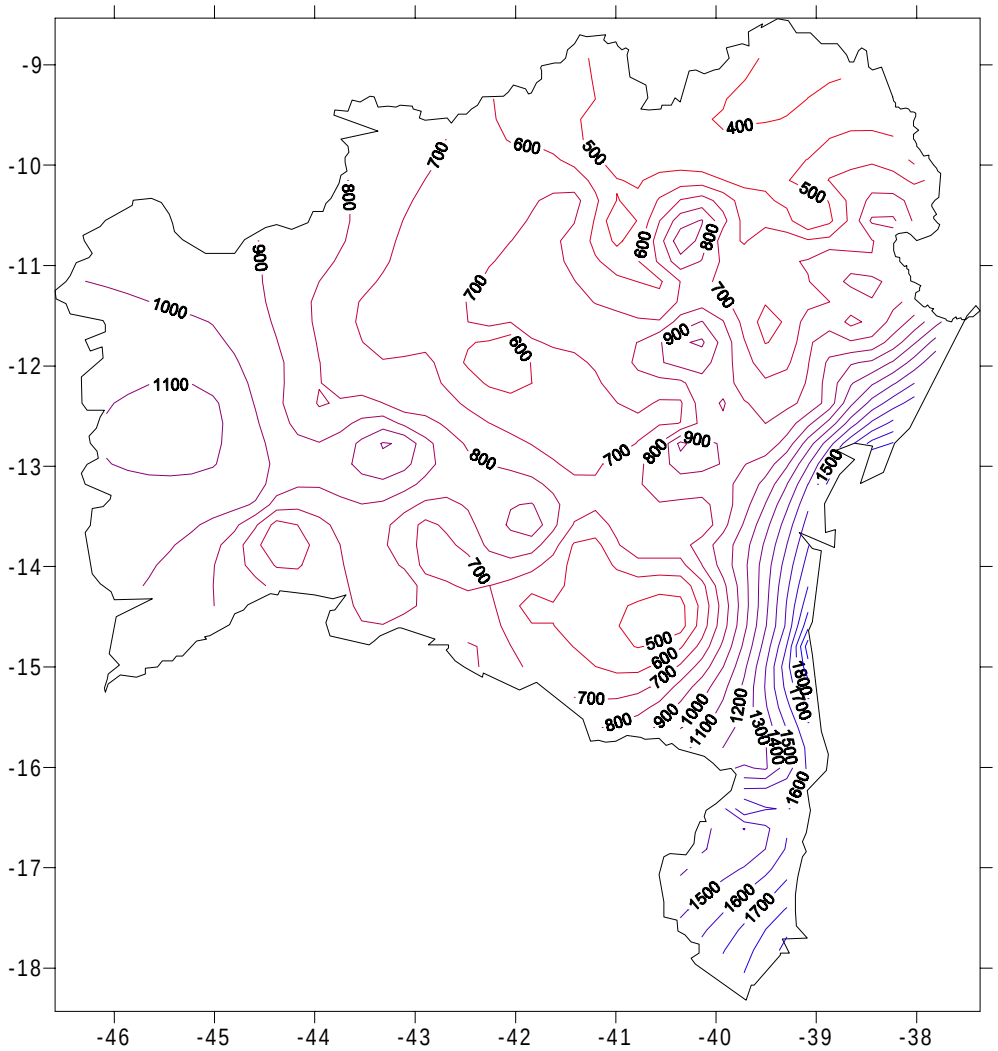

Fig.1 – Distribuição espacial dos totais médios anuais da precipitação do estado da Bahia

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Dados disponíveis

Os dados utilizados, consistem de séries diárias de precipitação, de 140 estações meteorológicas distribuídas espacialmente no estado da Bahia, que possuem no mínimo trinta (30) anos de observação. Estes foram cedidos ao Departamento de Ciências Atmosféricas (DCA) pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). Foram feitos totais decendiais da precipitação, sendo que cada mês está dividido em três decêndios com base na informação diária, de modo que nos meses de 31 dias o último decêndio tem um período de 11 dias, enquanto que no mês de fevereiro o último decêndio tem um período de 8 ou 9 dias, se o ano for bissexto. As médias decendiais foram dispostas sob forma de matriz X_{nxp} , onde os X_{ij} representam a i-ésima observação da j-ésima estação. Assim o número **n** de linhas corresponde aos 36 decêndios e o número **p** de colunas corresponde as 140 estações. Organizou-se um arquivo de totais médios decendiais, que serviram de entrada para software estatístico, para efetuar o cálculo das sub-regiões homogêneas utilizando o método de agrupamento proposto por WARD (1963).

2.2 Análise de Agrupamento (Cluster)

A análise de agrupamento ou classificação, tem por objetivo evidenciar a existência de grupos homogêneos no seio de uma população. O método de classificação utilizado é um método hierárquico, com principais aspectos que produzem seqüência de partições em classes cada vez mais vastas e obtém a construção de uma seqüência de partição em n, n-1, n-2,..., classes embutidas uma nas outras no sentido de uma distância e um critério de agrupamento (BOUROCHE et. al., 1980; EVERITT, 1974).

O critério de agrupamento utilizado foi o de Ward (1963) ou o da inércia, isto por que a qualidade de uma partição é definida por sua inércia.

A distância utilizada para medir a similaridade ou dissimilaridade entre os indivíduos (estações), S_i e S_j, foi a euclidiana, dada por:

$d(S_i, S_j) = \left[\sum_{K=1}^{n} Pq(S_{qi} - S_{qj})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$, Onde, S_{qj} representa a precipitação decendial das estações S_i e S_j, e P_q é o peso associado a cada indivíduo.

Esse critério de agrupamento propõe que em qualquer estágio da partição, a perda de informação resultante do agrupamento pode ser medida pela soma dos quadrados dos desvios (SQD) de cada ponto, à média dos grupos ao qual pertence (EVERITT, 1974). Logo, para os *p* indivíduos organizados em *k* classes, $SDQ = \sum_{i=1}^{n} [x_i^2 - \frac{1}{n}(\sum x_i)^2]$, onde x_i é o indivíduo pertencente à *i*-ésima classe.

3.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A delimitação das regiões homogêneas foi efetuada a partir de diferentes métodos de agrupamentos, dentre eles cita-se o de Ward, Ligação Simples e Completa (EVERITT, 1974). Embora se tenha utilizado vários métodos, optou-se pelo de classificação hierárquico ascendente baseado no critério de inércia intra-classe, proposto por Ward (1963), por apresentar melhores resultados. Utilizou-se a distância euclidiana como função de agrupamento para medir a proximidade entre as estações.

A seqüência sucessiva de agrupamentos encontra-se sob a forma de dendrograma, onde no eixo das abcissas estão distribuídas as estações e o nível de agregação entre o eixo das ordenadas, facilitando deste modo a visualização e interpretação dos resultados obtidos. Cada nível de agregação implica numa perda de informação resultante de cada agrupamento, perda esta avaliada pelo critério de inércia intra-classe. O nível de agregação aumenta a medida que diminui o número de grupos (BRAGA, 1990 ; BECKER, 1992).

Os grupos homogêneos de estações no estado da Bahia são determinados por cortes transversais no dendrograma, baseado no critério matemático de inércia e estudo prévio da climatologia da região. O critério de corte adotado foi aquele em que o número **n** de grupos formados resulta no maior salto de inércia com relação ao precedente n+1, (figura 2). Levando em consideração este procedimento de análise e conhecimento climático, optou-se por um corte no dendrograma que dividiu o estado da Bahia em nove (09) sub-regiões pluviometricamente homogêneas (figura 4). As estações pertencentes a cada sub-região homogênea, são as seguintes:

Classe1 (Raso da Catarina): Barrinha, Canudos, Casa Nova, Chorrocho, Curaca, Glória, Juazeiro, Juremal, Patamuté, Rosário, Santa Rosa, Santo Sé, São Pedro, São Tomé, Uaua, Várzea da Ema;
Classe2 (Raso da Catarina): Araci, Castro Alves, Cipó de Leite, Elclides da Cunha, Ipira, Itiúba, Jeremoabo, Mirandela, Monteiro, Pedro Alex, Quinjinque, Riacho do Jacuí, Ribeira dos Pombos, Rio do Peixe, Salgadália, Santa Brígida, Sátiro Dias, Serra Preta, Tucano, Upamirim, Valente;
Classe3 (Região do Cacau): Gameleira, Andari, Rio Branco;
Classe4 (Região Centro-este): Barra da Estiva, Boa Vista do Tupim, Bonito, Franca, Ibiquera, Itaberaba, Itirucú, Jacobina, Jequié, João Amaro, Lajedinho, Macajuba, Manoel Vitorino, Monte Alegre, Morro do Chapéu, Pindobacú, Rio Barbos, Santa Quitéria, São Gonçalo, Saúde, Senhor do Bonfim, Serrote, Ubaira, Ventura;
Classe5 (Agreste): Cícero Dantas, Esplanada, Feira de Santana, Inhambupe, Irará, Itapicurú, Mundo novo, Nova Soure, Poripirama, Rio Real, Santo Antônio, São Felix, Serrinha;
Classe6 (Litoral Sul-sudeste): Conde, Salvador;
Classe7 (Além do São Francisco): Barreiras, Boqueirão, Caripare, Cocos, Correntinha, Cotegipe, Formosa do Rio Preto, Ibipetuba, Mandiroba, Mansidão, Mariquita, Paulista, Santa Maria, Santana, Sítio Grande;
Classe8 (Vale do São Francisco): Barra, Brotas de Mendes, Caetite, Campestre, Campo Largo, Carinhanha, Condeuba, Coribe, Guanambi, Guirapa, Ibotirama, Lagoa dos Cochos, Morpará, Oliveira

dos Brejinhos, Palmas de Monte Alto, Paratinga, Riacho do Santana, Rio de Cotas, Santa Inácia, Urandi;

Classe9 (Região Irecê, ao Norte e Vitória da Conquista, ao Sul): Aracatú, Barra Mendes, Bom Sucesso, Brejolândia, Brumado, Cacule, Catingal, Contendas, Favela, Ipupiara,, Irecê, Itaête, Itambé, Ituaçú, Jacaré, Malhada da Pedra, Parateca, Pilão Arcado, Pindaí, Poções, Porto Alegre, Remanso, São Timóteo, Vitória da Conquista, Wagner, Xique-xique.

A disposição dos agrupamentos apresenta configurações genéricas bem definidas, havendo um complemento entre elas, os dados decendiais mostram de maneira bem simples a disposição dos seus componentes, o grupo6 (litoral) , grupo7 (além do São Francisco), grupo8 (Vale do São Francisco), e o grupo 1 e 2 (Raso da Catarina) se apresentam muito bem definidos. Visualiza-se também separação entre grupos formados ao norte e ao sul caracterizados por índices de precipitação entre 500 e 800mm, esses grupos são separados pela a serra Diamantina, mantendo portanto, as mesmas características climáticas, grupo9 (Região Irecê, ao Norte e Vitória da Conquista, ao Sul). O grupo 3 (região próxima ao litoral) possui o segundo maior índice pluviométrico do estado (1100-1500mm), por sofrer influências de frentes vindas do sul do país, e esta área é conhecida como região do cacau. O grupo5 (região agreste), onde a precipitação varia de 800-1200mm, apresenta índices elevados, devido a atuação das brisas marítimas e ondas de leste. E finalmente o grupo 4 (região centro-este), onde a precipitação média anual varia de 700-1000mm, por causa da influência da serra Diamantina. Salienta-se que, a Bahia devido a sua posição geográfica, seu território é influenciado por sistemas atmosféricos de várias escalas, em diferentes épocas do ano, fazendo com que, alguns grupos com alturas pluviométricas semelhantes, pertençam a grupos distintos.

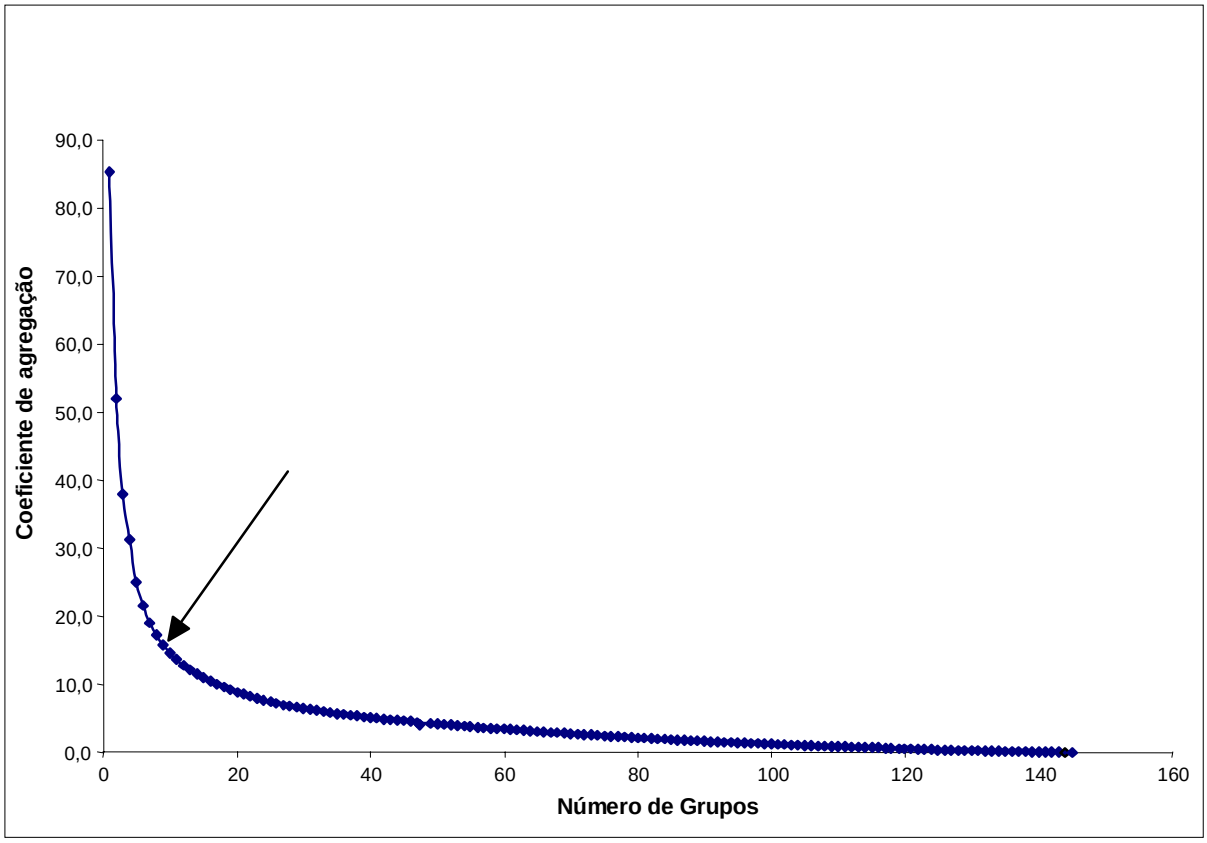

Fig.2- Curva da inércia da precipitação decendial do estado da Bahia, definindo o número de regiões

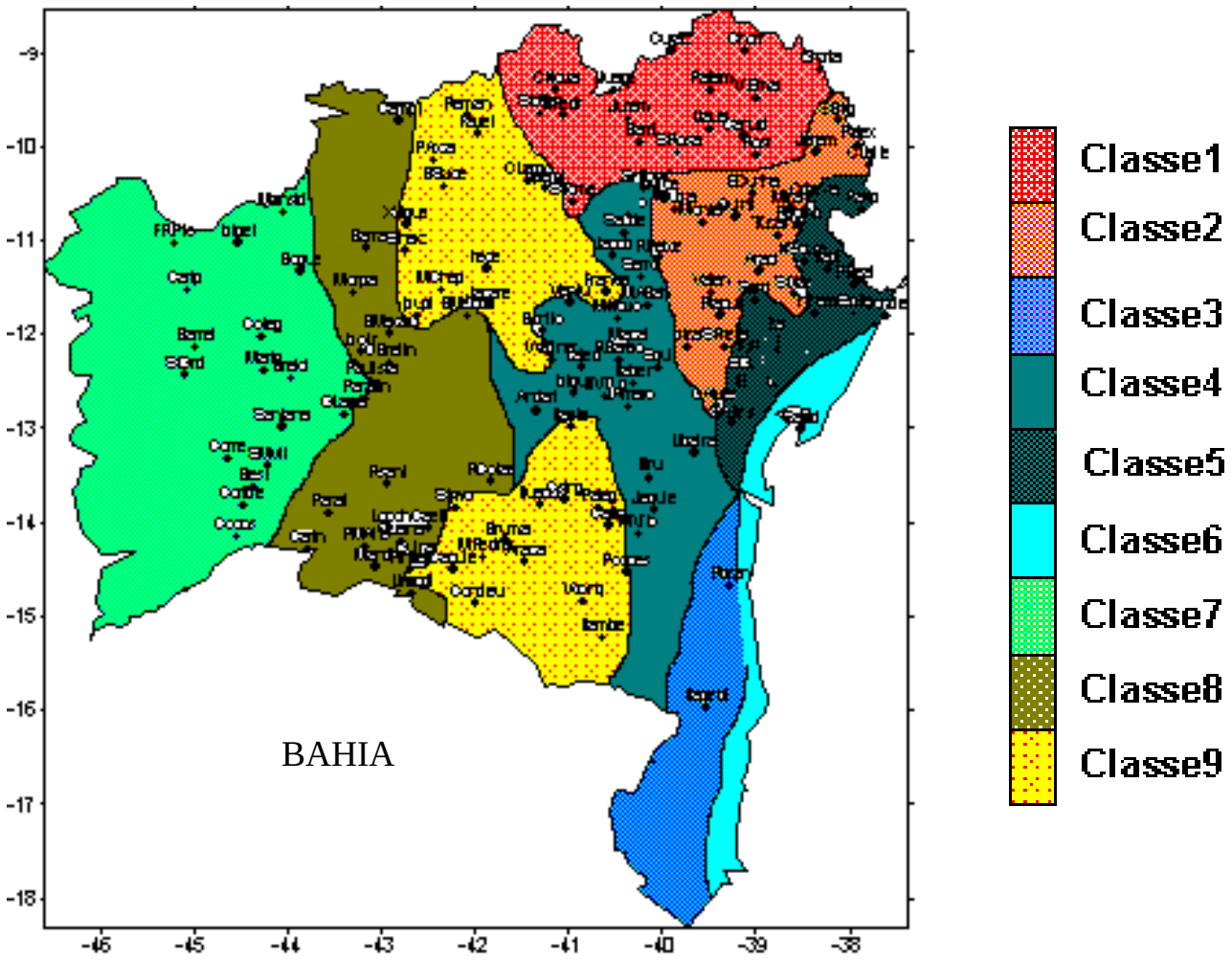

Fig.3 – Zoneamento da distribuição espacial da precipitação no estado da Bahia, utilizando o método de agrupamento de Ward.

BIBLIOGRAFIA

ATLAS CLIMATOLÓGICO DO ESTADO DA BAHIA. Salvador: Centro de Planejamento da Bahia, 1978.

BECKER, C.T. Determinação de regiões homogêneas de precipitação e temperatura no estado do Rio Grande do Sul. **Tese de mestrado**, Departamento de Ciências Atmosféricas, UFPB, Campina Grande - Pb, 74 p, 1992.

BOUROCHE, J.M. & SAPORTE, G. **L´Analyse des Données**. Presses Universitaire France, 127p., 1980.

BRAGA, C.C. e SILVA, B.B. DA. Determinação de regiões pluviometricamente homogêneas no estado da Paraíba. In CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, VI, Salvador -BA, **Anais** 1:200-205, 1990.

EVERITT, B. **Cluster Analysis**. Heinemann Educational Books, London, 135 p, 1974.

NIMER, Edmon. **Climatologia do Brasil**. 2ªed. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 422 p, 1989.

WARD, J.H. Hierarchical grouping to otimize an objective function. **Journal American Association**, 58: 236 – 244 p, 1963.