
MECANISMOS FÍSICOS EM MÊS EXTREMO CHUVOSO NA CIDADE DE PETROLINA. PARTE 2: ANÁLISE DE AGRUPAMENTO

**Leandro Fontes de Sousa¹, Maria Regina da Silva Aragão², Roberta Everllyn
Pereira Ribeiro¹, Jaqueline Núbia de Queiroz¹, Magaly de Fatima Correia²**

**¹Programa de Pós-graduação em Meteorologia/UFCG, email:
l.f.sousa@hotmail.com, robertaeverllyn@hotmail.com, jaquelinenubia@gmail.com**

**² Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), email:
regina@dca.ufcg.edu.br, magaly@dca.ufcg.edu.br**

RESUMO: Neste estudo a Análise de Agrupamento é aplicada aos dados de ar superior coletados na cidade de Petrolina-PE no mês de janeiro de 2004. O objetivo é identificar grupos de dias que podem ser associados a condições atmosféricas específicas. No nível isobárico de 850 hPa foi possível identificar quatro grupos: os Grupos 1 e 2 são formados por dias sem ocorrência de precipitação, enquanto que nos Grupos 3 e 4 estão dias com eventos de precipitação favorecidos pela atuação de vórtices ciclônicos de altos níveis. No nível isobárico de 500 hPa foram identificados três grupos cujas características são semelhantes às do nível de 850 hPa.

PALAVRAS-CHAVE: evento extremo, vórtice ciclônico de altos níveis, análise multivariada

ABSTRACT: In this work Cluster Analysis is applied to upper air sounding data collected in the city of Petrolina-PE in January 2004. The objective is to identify groups of days that may be associated with specific atmospheric conditions. At the 850 hPa isobaric level it was possible to identify four groups: Groups 1 and 2 are formed by days with no rainfall in Petrolina, while in Groups 3 and 4 are those days with rainfall events favored by upper level cyclonic vortices. At the 500 hPa isobaric level three groups of days were identified whose characteristics have similarity with those of the 850 hPa level.

KEY WORDS: extreme event, upper level cyclonic vortex, multivariate analysis,

INTRODUÇÃO

O Semiárido brasileiro ocupa uma grande área da Região Nordeste que é influenciada por vários fenômenos meteorológicos responsáveis por alta variabilidade espaço-temporal da precipitação. Molion & Bernardo (2000) destacam que a semiaridez do nordeste brasileiro se deve à subsidência associada ao ramo descendente da circulação de Hadley-Walker sobre a região. Por outro lado, a região semiárida também é conhecida por eventos de precipitação intensa em associação a: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), sistemas frontais austrais, vórtices ciclônicos de altos níveis (VCAN)/cavado de ar superior do Nordeste-Atlântico Sul, entre outros (BARBOSA & CORREIA, 2005; SILVA ARAGÃO et al., 2007). Recentemente, Correia et al. (2012) analisaram aspectos dinâmicos e termodinâmicos da atmosfera em Petrolina no mês extremo chuvoso de janeiro de 2004 na presença de vórtices ciclônicos de altos níveis (VCAN). Este trabalho dá continuidade ao estudo de janeiro de 2004 com o objetivo de identificar grupos de dias com características similares na baixa e média troposfera através da técnica de Análise de Agrupamento (AA), ou “*Cluster Analysis*”, aplicada aos fatores obtidos na Parte 1 deste trabalho.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os fatores obtidos através da Análise em Componentes Principais na Parte 1 deste trabalho formaram a base de dados para a aplicação da Análise de Agrupamento nesta Parte 2. Os dados utilizados na Parte 1 foram obtidos de sondagens de ar superior realizadas às 12 UTC na estação de altitude de Petrolina (9°24'S, 40°30'W) em janeiro de 2004. Esses dados estão disponíveis na página <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>. As variáveis utilizadas foram: temperatura do ar (T), temperatura do ponto de orvalho (Td), umidade relativa (Ur), razão de mistura (r), temperatura potencial (θ), temperatura potencial equivalente (θ_e), temperatura potencial equivalente de saturação (θ_{es}) e as componentes zonal (u) e meridional (v) do vento. As variáveis θ , θ_e e θ_{es} foram calculadas segundo as equações propostas por Bolton (1980). No mês de janeiro de 2004 episódios de VCAN influenciaram a distribuição da chuva na região de Petrolina, inibindo a precipitação até o dia 10, e favorecendo a chuva nos demais dias observados (CORREIA et al., 2012).

O agrupamento foi feito a partir de um método aglomerativo hierárquico de agrupamento denominado Método de Ward. Foi utilizada a distância euclidiana para medir a similaridade ou dissimilaridade entre os indivíduos. O método de Ward propõe

que em qualquer fase da análise, a perda de informação, que resulta do agrupamento de elementos entre grupos, é medida pela soma dos quadrados dos desvios (SQD) de cada ponto à média do grupo a qual pertence (EVERITT, 1993).

A aglomeração hierárquica se caracteriza pelo estabelecimento de uma hierarquia ou estrutura em forma de árvore. Os grupos nos métodos hierárquicos são geralmente representados por um gráfico denominado de dendrograma. Através dele, do conhecimento prévio a respeito dos dados e da curva de inércia é escolhida uma distância de corte para definir quais grupos serão formados. Essa decisão é subjetiva e deve ser feita de acordo com o objetivo da análise e o número de grupos desejados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1a está representada a curva de inércia para o agrupamento no nível isobárico de 850 hPa. A flecha na figura indica o ponto no qual é feito o corte no dendrograma para determinação dos grupos que, no caso, são quatro. No nível de 500 hPa, conforme indicado na curva de inércia (Figura 1b), o corte no dendrograma é de ordem 3, agrupando os dias em três grupos.

Na Figura 2(a) está representado o dendrograma do mês de janeiro. Com base no critério da curva de inércia, o corte dividiu o mês em quatro grupos de acordo com sua similaridade. No Grupo 1 estão dias do início do mês (dias 4, 5, 6 e 7). Correia et. al (2012) destacam que entre os dias 4 e 10 ocorreram anomalias negativas de razão de mistura na atmosfera de Petrolina coincidindo com dias em que não houve precipitação. Dessa forma, é evidente a relação entre o Grupo 1 e as condições meteorológicas associadas a ausência de chuva na cidade de Petrolina durante os primeiros dias de janeiro. O Grupo 2 reúne apenas os dias 1 e 8. Neles as condições meteorológicas também eram compatíveis com ausência de chuva. Além disso, na Parte 1 deste trabalho observa-se nos dias 1 e 8, valores mínimos do fator 2, que está relacionado com as variáveis de umidade. O Grupo 3 reúne cinco dias (14, 18, 19, 20 e 21), e há 8 no Grupo 4 (2, 3, 10, 11, 12, 13, 15 e 16). Nesse período VCAN contribuíram favoravelmente ao desenvolvimento de convecção profunda na região de Petrolina. Anomalias positivas da razão de mistura foram encontradas na média troposfera (CORREIA et al., 2012). Desse modo é evidente a ligação dos Grupos 3 e 4 com os dias de ocorrência de precipitação na cidade de Petrolina.

No nível de 500 hPa o Grupo 1 reúne os dias 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8. Esse grupo também apresenta características compatíveis com dias de ausência de precipitação em Petrolina. O Grupo 2 reúne os dias 19 e 21, e no Grupo 3 estão os dias 1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18 e 20 de janeiro. Nota-se que nos Grupos 2 e 3 estão os dias de ocorrência de chuva intensa em Petrolina devido a atuação de VCAN.

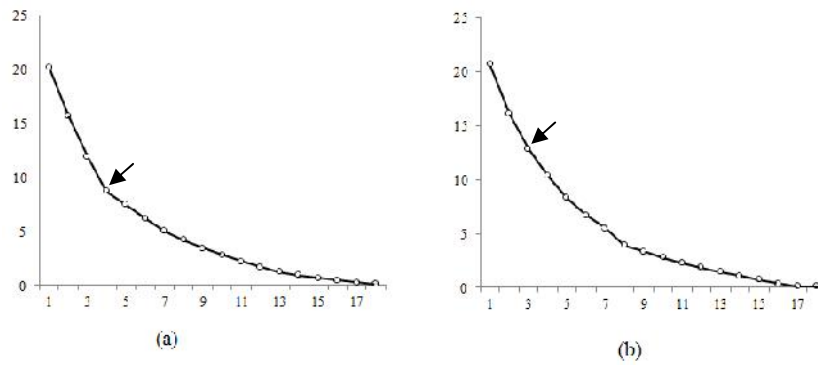


Figura 1- Curva de inércia para o nível de: (a) 850 hPa e (b) 500 hPa.

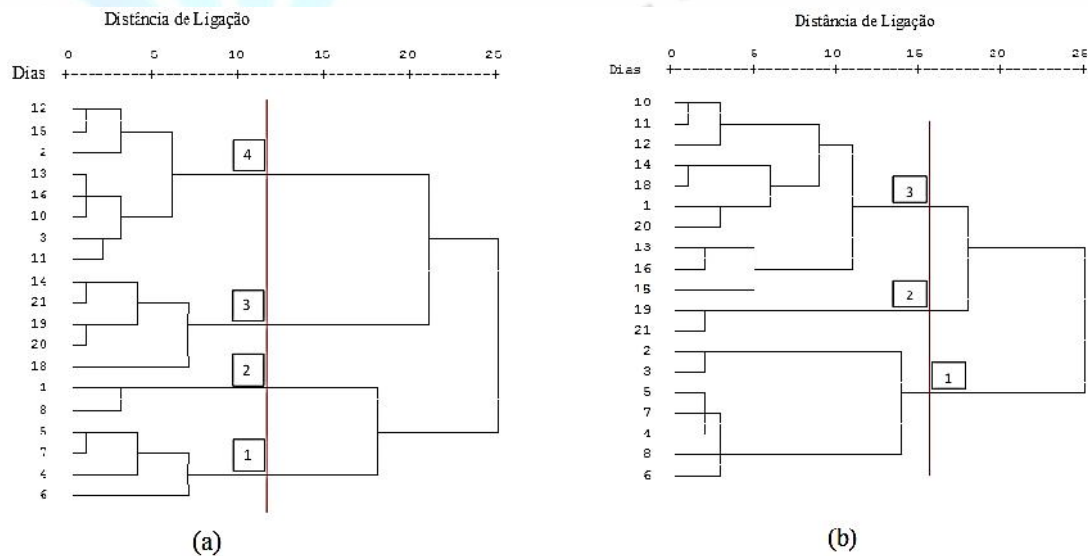


Figura 2 - Dendrograma utilizando o método de Ward e distância euclidiana para o nível de: (a) 850 hPa e (b) 500 hPa.

CONCLUSÕES

A aplicação da técnica de Análise de Agrupamento permitiu identificar dias com e sem ocorrência de precipitação na cidade de Petrolina.

No nível de 850 hPa o mês de janeiro de 2004 pode ser dividido em quatro grupos. Os Grupos 1 e 2 estão associados com dias sem ocorrência de precipitação. Os Grupos 3 e 4 estão ligados a atuação de VCAN que favoreceram o desenvolvimento de convecção profunda na cidade de Petrolina.

No nível de 500 hPa foi possível identificar três grupos. O Grupo 1 está relacionado com dias sem ocorrência de precipitação. Nos Grupos 2 e 3 estão os dias em que VCAN favoreceram o desenvolvimento de convecção na região de Petrolina.

AGRADECIMENTOS: O primeiro autor agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (Capes), e a terceira e quarta autoras ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, T. F.; CORREIA, M. F. Sistemas convectivos intensos no semi-árido brasileiro: O controle da grande escala. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 20, p. 395-410, 2005.

BOLTON, D. The computation of equivalent potential temperature. **Monthly Weather Review**, v. 108, p.1046-1053, 1980.

CORREIA, M. F.; GONÇALVES, W. A.; SILVA ARAGÃO, M. R.; DINIZ, M. C. S. Mudanças na estrutura termodinâmica da atmosfera na presença de vórtices ciclônicos de altos níveis: Um episódio de precipitação extrema no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 4, p. 877-890, 2012.

EVERITT, B. S. **Cluster Analysis**. London. Heinemann Educational Books. 1993.

MOLION, L. C. B., BERNARDO, S. O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 17, n. 1, p. 1-10, 2002.

SILVA ARAGÃO, M. R.; MENDES, M. C. D.; CAVALCANTI, I. F. A.; CORREIA, M. F. Observational study of a rainy January day in the Northeast Brazil semi-arid region: synoptic and mesoscale characteristics. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 133, p. 1127-1141, 2007.