

## MECANISMOS FÍSICOS EM MÊS EXTREMO CHUVOSO NA CIDADE DE PETROLINA. PARTE 1: ANÁLISE EM COMPONENTES PRINCIPAIS

Jaqueline Núbia de Queiroz<sup>1</sup>, Maria Regina da Silva Aragão<sup>2</sup>, Leandro Fontes de  
Sousa<sup>1</sup>, Roberta Everllyn Pereira Ribeiro<sup>1</sup>, Magaly de Fatima Correia<sup>2</sup>

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

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

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho é investigar as relações existentes entre variáveis meteorológicas obtidas em altitude em janeiro de 2004 em Petrolina-PE através da análise multivariada. A aplicação da análise fatorial em componentes principais resultou em um modelo com três componentes, retendo 96% da variância total no nível de 850 hPa e 93% da variância total no nível de 500 hPa. Os fatores encontrados foram associados a processos de advecção horizontal. A advecção de temperatura pela componente meridional do vento teve papel de destaque na baixa troposfera, enquanto que a advecção de umidade pela componente zonal do vento foi importante na média troposfera.

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

**ABSTRACT:** The objective in this work is to investigate the relationships among the meteorological variables obtained in altitude at Petrolina-PE in January 2004 by means of multivariate analysis. The application of factorial analysis by principal components resulted in a model with three components, retaining 96% of the total variance at the 850 hPa level and 93% of the total variance at the 500 hPa level. The factors found were associated with horizontal advective processes. Temperature advection by the meridional wind component played a role in the lower troposphere while moisture advection by the zonal wind component was important in the middle troposphere.

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

### INTRODUÇÃO

Vórtices ciclônicos de altos níveis (VCAN) são exemplos de sistemas atmosféricos transientes em escala sinótica que influenciam substancialmente a atividade convectiva no Nordeste do Brasil (CORREIA et al., 2012 ). Nos meses de janeiro e fevereiro de 2004, episódios de VCAN favoreceram chuvas muito acima da média na Região Nordeste, sobretudo na cidade de Petrolina-PE, que registrou um total mensal de 427,4 mm no mês de janeiro, valor muito superior à média histórica da região. O objetivo deste trabalho é investigar relações entre variáveis meteorológicas obtidas de sondagens de ar superior realizadas em janeiro de 2004 em Petrolina, Pernambuco, através da Análise em Componentes Principais (ACP).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Na realização deste estudo foram utilizadas sondagens atmosféricas de ar superior da estação de altitude de Petrolina-PE (9°24'S, 40°30'W), localizada no semiárido brasileiro (Figura 1). As sondagens, realizadas às 12 UTC, correspondem ao período de 1 a 21 de janeiro de 2004, no qual não há dados para dois dias: 9 e 17. As variáveis consideradas foram: temperatura do ar (T), temperatura do ponto de orvalho (Td), umidade relativa (Ur), razão de mistura (r), temperatura potencial ( $\theta$ ), temperatura potencial equivalente ( $\theta_e$ ), temperatura potencial equivalente de saturação ( $\theta_{es}$ ) e as componentes zonal (u) e meridional (v) do vento. As variáveis  $\theta$ ,  $\theta_e$  e  $\theta_{es}$  foram calculadas segundo as equações propostas por Bolton (1980).

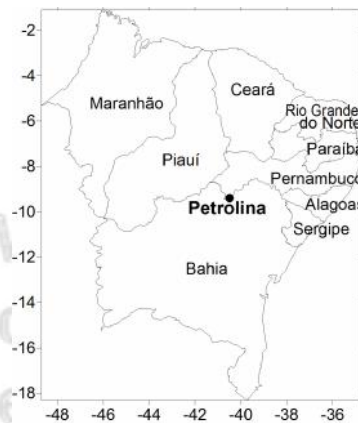


Figura 1 – Área geográfica do Nordeste do Brasil e seus estados, e município de Petrolina-PE.

A técnica de estatística multivariada denominada Análise em Componentes principais (ACP) foi aplicada com o objetivo de identificar possíveis relações entre as variáveis meteorológicas no mês de estudo na região. A primeira componente principal retém mais informação sobre os dados do que a segunda, e assim sucessivamente. As variáveis de dois níveis isobáricos padrões, 850 hPa e 500 hPa, foram analisadas de forma independente usando o modo P (RICHMAN, 1986). O teste de KAISER-MEYER-OLKIN (KMO) indicou uma boa adequação dos dados para a aplicação da técnica. Foi usado o procedimento de rotação de fatores através do método Varimax com o objetivo de aumentar o poder explicativo dos fatores na análise.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na aplicação da ACP um modelo com três componentes (fatores) foi adequado para representar a estrutura das variáveis no nível isobárico de 850 hPa, retendo 96% da variância total; o mesmo número de componentes foi identificado em 500 hPa, retendo 93% da

variância total.

A Tabela 1 mostra a matriz dos fatores rotacionados para os níveis isobáricos estudados. Na baixa troposfera (850 hPa), as variáveis de maior peso na primeira componente estão altamente relacionadas com temperatura, componente meridional do vento e umidade relativa. Esse fator retém 45% da variância total dos dados e deve estar associado com advecção de temperatura pela componente meridional do vento. No segundo fator, que retém 39% da variância total dos dados, estão as variáveis relacionadas com o teor de umidade do ar, incluindo a umidade relativa, embora com peso menor. A presença da umidade relativa nos dois primeiros fatores indica sua dependência da temperatura e da umidade do ar em 850 hPa. A componente zonal do vento foi explicada pelo terceiro fator, que retém 12% da variância total dos dados. Na média troposfera (500 hPa), as variáveis de maior peso na primeira componente estão altamente relacionadas com a componente zonal do vento e a umidade do ar, inclusive a umidade relativa. Esse fator deve estar associado com advecção de umidade pela componente zonal do vento, e tem 46% da variância total dos dados. O segundo fator, com 36% da variância total dos dados, explica as variáveis relacionadas com a temperatura. Vale observar que a umidade relativa tem contribuição importante apenas no primeiro fator, o que indica que na média troposfera sua variabilidade depende apenas do teor de umidade da atmosfera. A componente meridional do vento foi explicada pelo terceiro fator, que retém 11% da variância total dos dados.

Tabela 1 - Fatores rotacionados para os níveis isobáricos de: (a) 850hPa e (b) 500hPa.

a)		Fator 1	Fator 2	Fator 3
	<b>T</b>	0,986	-0,104	0,074
		0,986	-0,106	0,073
	<b>es</b>	0,984	-0,131	0,062
	<b>Ur</b>	-0,710	0,698	0,083
	<b>v</b>	-0,666	-0,416	-0,365
	<b>Td</b>	-0,229	0,955	0,177
	<b>r</b>	-0,217	0,955	0,190
	<b>e</b>	0,278	0,926	0,227
	<b>u</b>	0,137	0,319	0,930

b)		Fator 1	Fator 2	Fator 3
	<b>e</b>	0,972	-0,123	0,118
	<b>r</b>	0,950	-0,245	0,121
	<b>Ur</b>	0,934	-0,297	0,130
	<b>Td</b>	0,882	-0,346	0,145
	<b>u</b>	0,729	0,178	0,108
	<b>es</b>	-0,124	0,986	-0,069
	<b>T</b>	-0,135	0,985	-0,060
		-0,172	0,980	-0,063
	<b>v</b>	0,242	-0,105	0,964

A Figura 2 ilustra o peso dos três fatores ao longo do mês de janeiro de 2004. No nível isobárico de 850 hPa, o fator 1, que está relacionado com advecção de temperatura pela componente meridional do vento, apresenta um mínimo no dia 6 (Figura 2a). As séries temporais dessas variáveis (não mostrado) indicam que as condições de tempo nesse dia

estiveram associadas a um mínimo de temperatura e um máximo da componente meridional (de sul). Nos dias 1 e 8 há mínimos do fator 2, que correspondem aos valores mais baixos da razão de mistura nesse mês (não mostrado). Em particular, o teor de umidade diminuiu cerca de 50% do dia 7 para o dia 8. Segundo Correia et al. (2012), nos primeiros dez dias do mês a umidade na região de Petrolina foi inferior à média do mês, devido à influência da subsidência na área central de um VCAN. Os autores destacam ainda que o período de chuvas mais intensas ocorreu entre 10 e 21 de janeiro. O dia 18 apresenta um máximo do fator 3, relacionado com a componente zonal do vento que atinge um máximo (de oeste) no mesmo dia (não mostrado).

No nível isobárico de 500 hPa, a série temporal do fator 1, que relaciona as variáveis de umidade com a componente zonal, evidencia valores negativos até o dia 8 (Figura 2b). A componente zonal é de oeste a partir do dia 8 (não mostrado) e o teor de umidade é consideravelmente maior no dia 10 (não mostrado), uma indicação de transporte horizontal de umidade para a área de Petrolina. É possível destacar o máximo do fator 2 no dia 15, que está relacionado com a variabilidade na temperatura. O fator 3, associado com a componente meridional, mostra máximos nos dias 19 (secundário) e 21 (principal). Na série temporal da componente também há máximos (de sul) nos mesmos dias (não mostrado).

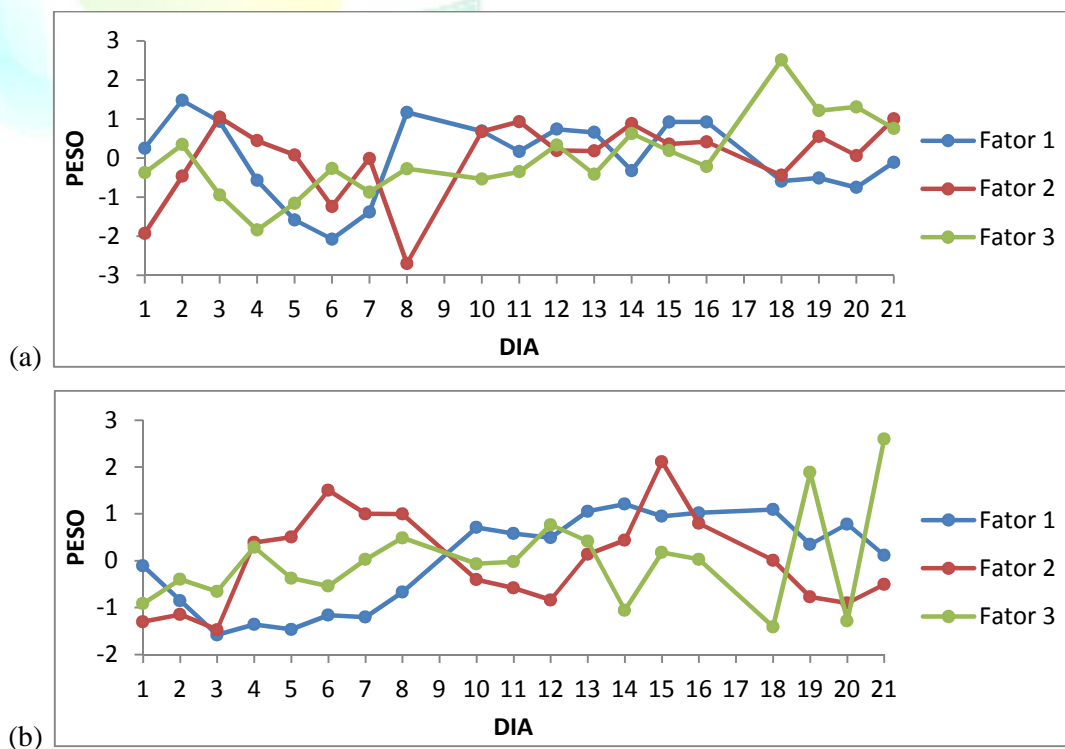


Figura 2 - Peso dos fatores obtidos para janeiro de 2004 em Petrolina-PE no nível isobárico de: (a) 850 hPa e (b) 500 hPa. Note a ausência de marcadores nos dias 9 e 17.

## CONCLUSÕES

Nos dois níveis isobáricos analisados, a aplicação da técnica da análise fatorial em componentes principais resultou em um modelo com três componentes, retendo 96% da variância total no nível de 850 hPa e 93% da variância total no nível de 500 hPa. Os primeiros fatores encontrados foram associados a advecção horizontal. Na baixa troposfera, a advecção de temperatura pela componente meridional do vento teve papel de destaque, enquanto que na média troposfera a advecção de umidade pela componente zonal do vento foi importante.

**AGRADECIMENTOS:** A primeira e a quarta autoras agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e o terceiro autor à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (Capes) pela concessão de bolsa de estudos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

RICHMAN, M. B. Rotation of Principal Components. **Journal of Climatology**, v. 6, p. 293-335, 1986.