

Determinação das variáveis meteorológicas favoráveis para a ocorrência de granizo através de Análise de Componentes Principais.

JOÃO RODRIGO DE CASTRO¹; MATEUS DA SILVA TEIXEIRA²; WILLIAN SILVA BARROS³

¹Universidade Federal de Pelotas – joaorodrigo2005@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – mateus.teixeira@ufpel.edu.br

³Universidade Federal de Pelotas – wsbarros@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Atenção especial deve ser dada em relação à ocorrência de granizo, pois dada a característica agrícola do estado do Rio Grande do Sul, o qual apresenta 30% de sua estrutura econômica relacionada à agroindústria (ASERS, 2011), este fenômeno atmosférico pode causar grandes perdas econômicas a uma região e até mesmo a todo o estado. Em função disso, torna-se evidente a necessidade de que sejam desenvolvidos estudos para que se possa prever com uma maior destreza a possibilidade de ocorrência de granizo, dado o grande impacto que este tipo de evento severo causa na sociedade em geral. Com isso, o objetivo deste trabalho é poder determinar qual ou quais as variáveis meteorológicas mais importantes para a ocorrência de granizo no Rio Grande do Sul, através da aplicação de uma análise estatística chamada Análise de Componentes Principais (ACP).

2. METODOLOGIA

Neste estudo foram utilizados registros de ocorrência de granizo que fazem parte do banco de dados da Defesa Civil do Rio Grande do Sul, ocorridos dentro do período de 2008 até 2010. Estes dados encontram-se disponíveis no banco de dados da Defesa Civil (<http://www.defesacivil.rs.gov.br>). Foram contabilizados somente uma vez, os eventos de granizo com a mesma data de ocorrência. Os dados atmosféricos utilizados neste estudo advêm da Reanálise do NCEP-CFSR (SAHA, et. al, 2010) e podem ser obtidos através do site: (csf.ncep.noaa.gov/cfsr/downloads). Estes dados possuem resolução espacial de 0,5° de latitude e longitude, com abrangência global, e resolução temporal de 6 horas, sendo os dados referentes ao horário sinótico das 12 UTC (*Universal Time Cordinated*).

Com a utilização deste conjunto de dados, representativos das variáveis atmosféricas, foi efetuada uma Análise de Componentes Principais com o objetivo de poder determinar quais as variáveis atmosféricas são determinantes para a ocorrência de granizo. Este método permite reduzir um conjunto com um grande número de dados, em um conjunto muito menor formado de novas variáveis (WILKS, 2006). Este conjunto de novas variáveis são combinações lineares de cada uma das variáveis originais, e estas combinações lineares são escolhidas como a fração máxima possível da variabilidade contida nos dados originais. Dados atmosféricos e outros campos geofísicos, geralmente apresentam uma grande correlação entre as variáveis e por isso, o uso da ACP resulta na obtenção de uma representação mais compacta dessas variações.

As variáveis meteorológicas utilizadas para proceder a ACP, foram escolhidas em função da fundamentação teórica sobre instabilização da atmosfera (Nascimento, 2012) e também através das variáveis que teoricamente

contribuem para a manutenção e/ou desenvolvimento de tempestades. Foram selecionadas as seguintes variáveis: temperatura do ar em 850hPa (K), temperatura do ar em 500hPa (K), geopotencial em 500hPa e 850hPa (dam), componentes u e v do vento nos níveis de 850hPa, 700hPa e 200hPa (m/s), umidade específica (g/kg) e umidade relativa em 850hPa e 500hPa (%). Além disso, foram calculadas através de rotinas de programação a divergência do vento em 200hPa, a advecção de temperatura em 850hPa e também a divergência do fluxo de umidade em 850hPa e em 700hPa. Todos os cálculos envolvendo as variáveis meteorológicas foram efetuados através do software NCL (NCAR *Command Language*) desenvolvido pelo *National Center for Atmospheric Research* (NCAR) e que pode ser obtido através do download no sítio: www.ncl.ucar.edu/Download/. Já para a obtenção das componentes principais foi utilizado o software livre e gratuito R.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do truncamento dos autovalores pelo método de JOLLIFFE (2002), obteve-se que a primeira componente principal (fig 1) continha aproximadamente 100% da variância dos dados e, por isso foram descartadas as demais componentes principais. A partir dessa informação, extraiu-se então a matriz de autovetores onde foram avaliadas quais variáveis meteorológicas tinham o maior peso.

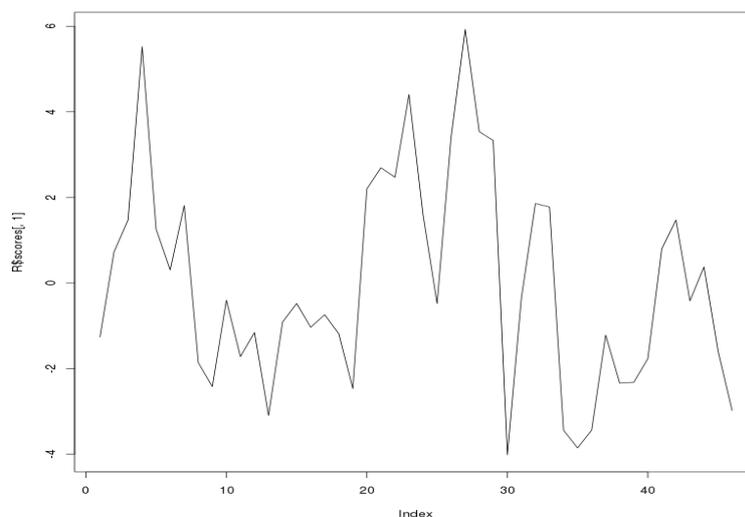


FIG 1 – Variação dos dados na primeira componente principal.

Resultados indicam que a variável meteorológica de maior importância dentro do conjunto de dados correspondentes à ocorrência de granizo foi a temperatura do ar no nível de 850hPa. Esta informação é coerente se analisado o ambiente da atmosfera esperado para que ocorram tempestades. A instabilidade do ar é diretamente relacionada com o ar quente, e por tanto leve, encontram-se as parcelas de ar, fato este que acaba facilitando a ascensão das parcelas e a conseqüente formação de nuvens de tempestade.

A segunda variável mais importante encontrada foi a diferença entre as alturas geopotencial entre os níveis de 500hPa e 850hPa. Esta diferença está relacionada com a temperatura média na camada atmosférica entre estes dois níveis, assim, quanto maior essa diferença, mais quente estará a camada.

Obtida como a terceira variável mais importante, a umidade específica no nível de 850hPa é um dos ingredientes que teoricamente deveriam estar

presentes como parte das condições ideais de formação de nuvens ou tempestades, pois é necessário o aporte de umidade para ocorrer a conversão do vapor de água do estado gasoso para o líquido durante o processo de formação das nuvens. Os três itens classificados até então como mais importantes, pertencem a uma condição bem específica e muito verificada nas latitudes médias da América do Sul em situações de tempestades severas, que é o transporte de calor e umidade em baixos níveis realizados pelo Jato de Baixos Níveis (JBN) e a presença de cavados de origem térmica formados na região do Chaco, localizado no Paraguai.

Outro resultado interessante foi a seleção como variável importante (quarta variável mais importante) da altura geopotencial no nível de 850hPa. Esta pode estar relacionada diretamente com a temperatura do ar neste mesmo nível, influenciando na espessura da camada entre os níveis de 500hPa e 850hPa.

A quinta variável selecionada como mais importante também faz referência à instabilidade do ar. A diferença de temperatura entre os níveis de 500hPa e 850hPa pode ser de grande influência, pois uma camada de ar mais frio sobreposta a uma outra camada de ar mais quente influencia contribuindo para a formação de tempestades.

Neste trabalho não foi utilizado nenhum critério de separação das variáveis mais importantes além do peso atribuído a cada variável, estes determinados através dos auto-vetores referentes a primeira componente principal. Com isso, é possível que outras variáveis possam ser incluídas neste subconjunto de cinco variáveis aqui discutidas.

4. CONCLUSÕES

Foi possível determinar estatisticamente através da análise de componentes principais, quais variáveis meteorológicas obtiveram maior importância em um conjunto de 18 variáveis que representavam as condições ambientais condizentes com a ocorrência de granizo, sendo a variável mais importante a temperatura do ar em 850hPa. Espera-se posteriormente, refinar a análise e comparar com resultados a serem obtidos através de outras técnicas de análise multivariada.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASERS - ATLAS SOCIOECONÔMICO RIO GRANDE DO SUL. Porto Alegre: SCP/DEPLAN. Disponível em: < <http://www1.seplag.rs.gov.br/atlas/#>>. Atualizado em: 23/09/2011. Acesso em: 16 jul. 2013.

DEFESA CIVIL DO RIO GRANDE DO SUL. Disponível em: <<http://www.defesacivil-rs.gov.br>>. Acesso em: 16 jul. 2013.

JOLLIFFE, I. T. **Principal Component Analysis**. 2ed. 487p. Springer – Verlag. New York, 2002.

NASCIMENTO, E. L. Previsão de tempestades convectivas severas: teorias e aplicações. In: **Nota Técnica/Centro de Previsão e Pesquisas Meteorológicas**, 2012.

NCAR COMMAND LANGUAGE (Versão 6.1.2) Software. 2013. Boulder, Colorado: UCAR/NCAR/CISL/VETS. DOI: <http://dx.doi.org/10.5065/D6WD3XH5>.

SAHA, S., MOORTHY, S., PAN, H., WU, X., WANG, J., NADI GA, S., TRIPP, P., KISTLER, R., WOOLLEN, J., BEHRINGER, D., LIU, H., STOKES, D., GRUMBINE, R., GAYNO, G., WANG, J., HOU, Y., CHUANG, H., JUANG, H. H., SELA, J., IREDELL, M., TREADON, R., KLEIST, D., DELST, P., DENNIS, K., DERBER, J., EK, M., MENG, J., WEI, H., YANG, R., LORD, S., DOOL, H., KUMAR, A., WANG, W., LONG, C., CHELLI AH, M., XUE, Y., HUANG, B., SCHEMM, J., EBISUZAKI, W., LIN, R., XIE, P., CHEN, M., ZHOU, S., HIGGINS, W., ZOU, C., LIU, Q., CHEN, Y., HAN, Y., CUCURULL, L., REYNOLDS, R. W., RUTLEDGE, G., GOLDBERG, M., The NCEP Climate Forecasting System Reanalysis **Bulletin American Meteorological Society**, p. 1015-1057, 2010.

WILKS, D. S. **Statistical Methods in the Atmospheric Sciences**. 2ed. Elsevier. San Diego, 2006. 630p.