

Análise de um caso de enchente ocorrido na região de Pelotas-RS em janeiro de 2009

Analysis of a flood case registered in Pelotas-RS region in January 2009

Gustavo Rasera¹, Cláudia Rejane Jacondino de Campos²

^{1,2}Universidade Federal de Pelotas - Pelotas, RS, Brasil

Resumo

Neste trabalho foi analisado um caso de enchente que ocorreu na região de Pelotas-RS em janeiro de 2009. Utilizaram-se dados horários de precipitação pluviual da estação agrometeorológica de superfície de Pelotas e dados diários de precipitação pluviual acumulada de 16 estações meteorológicas de superfície do RS, para verificar a precipitação registrada em Pelotas e no RS durante a ocorrência da enchente; imagens do satélite GOES 10 (Geostationary Operational Environmental Satellite) do canal 4 (infravermelho termal) para analisar a evolução do sistema meteorológico que atuou na geração da enchente; dados de refletividade do radar meteorológico de Canguçu para analisar a atividade convectiva associada ao caso de enchente e dados de reanálise global geradas no National Centers for Environmental Prediction – Climate Forecast System Reanalysis (NCEP-CFSR), para analisar o ambiente de grande escala associado à ocorrência da enchente. Os resultados mostraram que as condições atmosféricas observadas na região foram extremamente favoráveis à formação e desenvolvimento do ciclone extratropical que se formou a partir do dia 28/01/09, o qual favoreceu a ocorrência de enchente em Pelotas no dia 29/01/09.

Palavras-chave: *Sistemas meteorológicos, ciclone extratropical, precipitação extrema.*

Abstract

In this work was analyzed a flood case registered in Pelotas-RS region in January 2009. Different data sources were used: rainfall hourly data from Pelotas Agrometeorological surface station and rainfall daily data from 16 meteorological surface stations of RS, to verify the rainfall registered in Pelotas and RS during flood occurrence; infra-red (channel 4) satellite imagery from GOES 10, to analyze the evolution of meteorological system that generated the flood; radar reflectivity data from Canguçu meteorological radar to analyze the convective activity related to the flood case and data from NCEP-CFSR Reanalysis (National Centers for Environmental Prediction – Climate Forecast System Reanalysis), to analyze the large-scale environment associated with flood case. The results showed that atmospheric conditions observed in the region were extremely favorable to formation and development of the extratropical cyclone that formed from 01/28/09 and favored the flood case occurrence in Pelotas on 01/29/09.

Keywords: *meteorological systems, extratropical cyclone, extreme rainfall*

Recebido em: 09.08.12, Aceito em: 06.02.14

1 Introdução

As atividades humanas são influenciadas pelos mais diversos fenômenos meteorológicos. Neste contexto, o estudo de episódios de desastre desencadeados por fenômenos meteorológicos severos, também conhecidos como Eventos Severos (ES), tem grande importância devido aos danos que estes podem causar nas regiões atingidas (Castro, 1998; Kobiyama et al., 2006).

No Rio Grande do Sul (RS) a ocorrência de ES é bastante comum, pois o estado está localizado em uma região que é diretamente influenciada por diversos sistemas meteorológicos. Dentre eles, tem-se a passagem de Sistemas Frontais (SF), a formação de Ciclones extratropicais (Cext) e de Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCM).

Os SF podem ser definidos como uma zona de transição entre duas massas de ar de características diferentes. Atuam durante todo o ano no Brasil e afetam mais significativamente as regiões sul e sudeste sendo responsáveis pelas chuvas e frio, principalmente no sul do país (Quadro et al., 1996; Satyamurty et al., 1998; Harter, 2004)

Os Cext são sistemas de baixa pressão atmosférica formados em latitudes médias. Geralmente são associados à SF que sofrem uma oclusão e formam um núcleo fechado de baixa pressão, com os ventos girando no sentido horário no Hemisfério Sul (HS). A maioria dos Cext no HS se formam na região compreendida entre 0°-90°W e 10°-55°S (Gan & Rao, 1991). Nessa região, a cordilheira dos Andes e os contrastes entre continente e oceano modificam significativamente os sistemas de pressão provenientes do Oceano Pacífico, e são fatores determinantes na formação e desenvolvimento de Cext (Seluchi, 1997). As principais características atmosféricas associadas a esse tipo de sistema são: presença de convergência em superfície, movimentos ascendentes do ar e ocorrência de ventos fortes e precipitação intensa.

Os SCM são definidos como um aglomerado de nuvens convectivas, que apresentam área com contínua precipitação, que pode ser parcialmente estratiforme e parcialmente convectiva, além de possuir formas variadas (Houze, 1993; Machado & Rossow, 1993). São responsáveis por cerca de 60% da precipitação no sul da América do Sul-AS (Mota, 2003) e podem ocorrer durante todo ano, apresentando maior frequência de outubro a março. Na sua maioria, apresentam duração entre 6 e 12h e sua trajetória média é de oeste para leste (Nicolini et al., 2002; Torres, 2003, Campos & Eichholz, 2011).

Esses sistemas meteorológicos contribuem fortemente para a convecção na região onde se localiza

o RS (Siqueira, 2004) e, portanto, para a distribuição da precipitação e formação de ES. Neste contexto, um dos tipos de ES que ocorre com frequência no RS (CRDCRS, 2013), que é caracterizado por um aumento do nível dos rios até próximo ao seu nível máximo (Kobiyama et al., 2006), é a enchente. Este tipo de ES acarreta ao RS impactos econômicos e sociais que vão desde danos à infraestrutura das cidades, quebra de safras, até perdas de vidas. Apesar da ocorrência de enchente, não ser evitável, o melhor conhecimento dos sistemas meteorológicos que a geram pode possibilitar sua detecção prévia e, portanto minimizar os danos por ela causados. Assim, este estudo tem por objetivo analisar as condições atmosféricas associadas à enchente que ocorreu na região de Pelotas em 29/01/09.

2 Materiais e métodos

Para este estudo selecionou-se um episódio de enchente que causou grande repercussão na região de Pelotas em janeiro de 2009.

Inicialmente analisaram-se os valores de precipitação registrados em Pelotas e no RS, durante a ocorrência da enchente. Para tal utilizou-se dados diários de precipitação pluvial acumulada (mm) nos dias 27 a 31/01/09 às 12 UTC e dados horários de precipitação pluvial (mm), das 03 UTC do dia 28/01/09 até às 16 UTC do dia 29/01/09, da estação agrometeorológica de Pelotas. Utilizou-se também dados diários de precipitação pluvial acumulada das 12 UTC do dia 28/01/09 até as 12 UTC do dia 29/01/09, de 16 estações meteorológicas de superfície (EMS) pertencentes ao 8° DISME/INMET (8° Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia) (Figura 1).

Na sequência para analisar a evolução do sistema meteorológico que gerou o caso de enchente utilizaram-se imagens do satélite GOES 10 do canal 4 (infravermelho termal), com resolução espacial em seu ponto subsatélite de 4 km x 4 km e resolução temporal de 15 minutos, do período de 28 a 29/01/09. Essas imagens foram fornecidas pela Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais, do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DSA/CPTEC/INPE). Utilizaram-se também campos de refletividade (dBZ) do radar meteorológico de Canguçu, pertencente à REDEMET (Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica) dos dias 28 e 29/01/09 para analisar a atividade convectiva associada ao caso de enchente.

Por fim, para analisar o ambiente de grande escala associado à ocorrência da enchente na região de Pelotas, utilizou-se dados de reanálise global geradas no National Centers for Environmental Prediction –

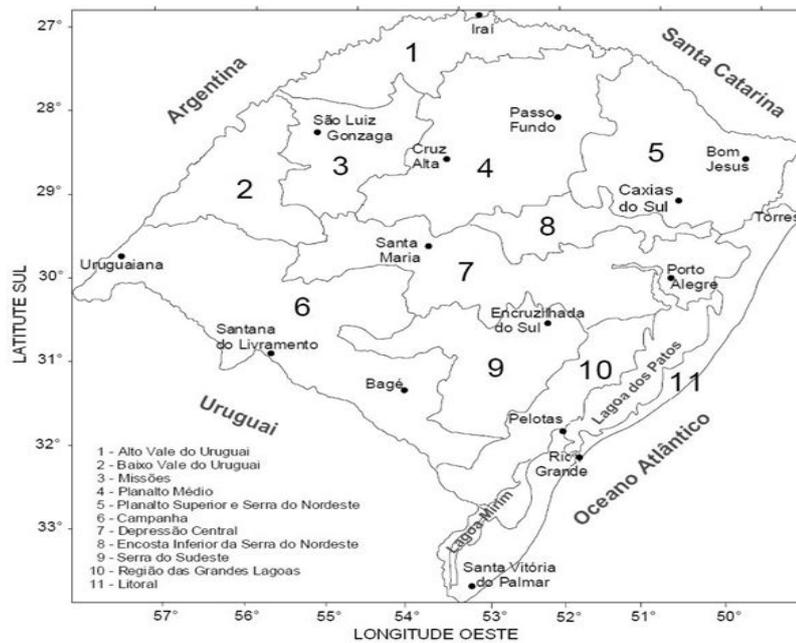


Figura 1. Distribuição espacial das estações meteorológicas utilizadas neste trabalho.

Climate Forecast System Reanalysis (NCEP-CFSR, 2013), com resolução espacial de $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ e disponibilizados de 6 em 6 horas (00, 06, 12 e 18 UTC). Com esses dados foram gerados campos meteorológicos dos horários das 12:00 UTC do dia 28/01/09, 18 UTC do dia 28/01/09 e 12 UTC do dia 29/01/09. Destaca-se que durante essas 24h foi registrada a precipitação que causou a enchente na região de Pelotas. Os campos analisados foram: pressão em superfície e vento em 10 metros; advecção de temperatura, convergência de umidade e vento, os três em 850 hPa; velocidade vertical (Ω) em 500 hPa e divergência do vento

em 200 hPa.

3 Resultados e discussão

De acordo com a Coordenadoria Regional de Defesa Civil do RS (CRDCRS, 2013), Pelotas decretou estado de emergência e 57.916 pessoas foram atingidas pela enchente que assolou o município em 29/01/09 (Fig. 2). Em São Lourenço do Sul, município vizinho ao norte, a enchente danificou várias vias e pontes, atingindo 900 pessoas. Em Morro Redondo, municí-



Figura 2. Vista aérea dos estragos causados pela enchente na região de Pelotas.

Fonte: <http://zerohora.clicrbs.com.br/rs/fotos/temporal-causa-alagamentos-no-sul-do-rio-grande-do-sul-16567.html>

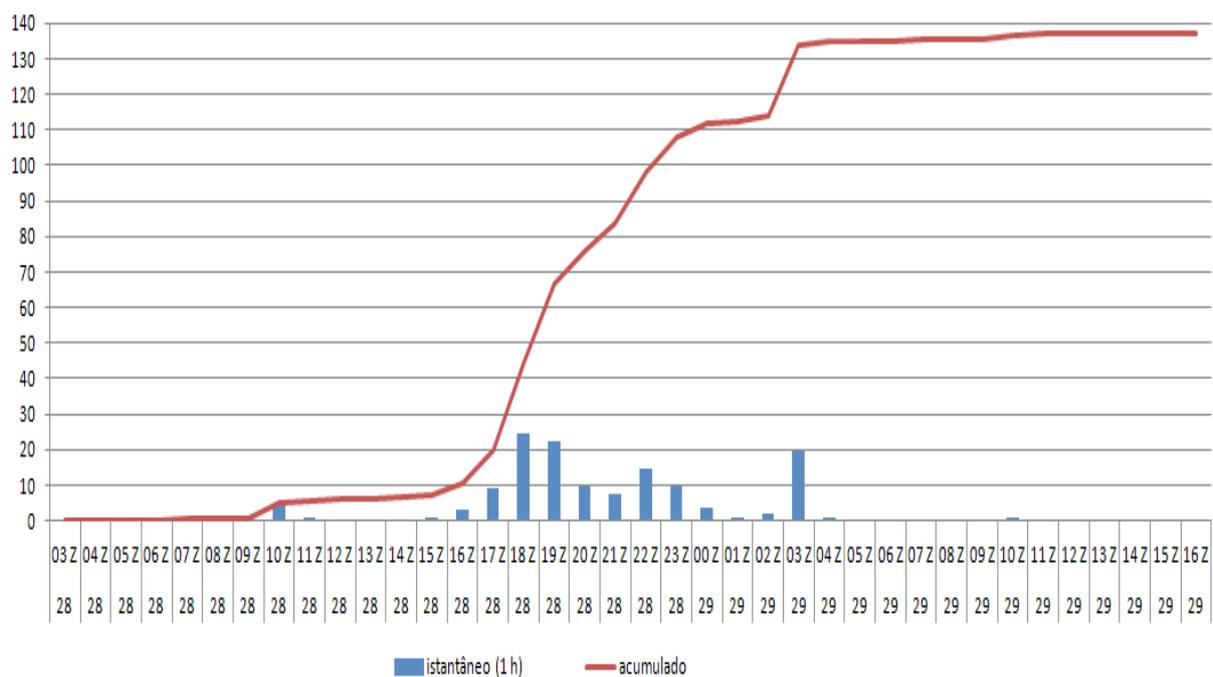


Figura 3. Precipitação (mm) horária (coluna azul) e acumulada (linha vermelha) na estação agroclimatológica de Pelotas, entre as 03 UTC do dia 28/01/09 e 16 UTC do dia 29/01/09.

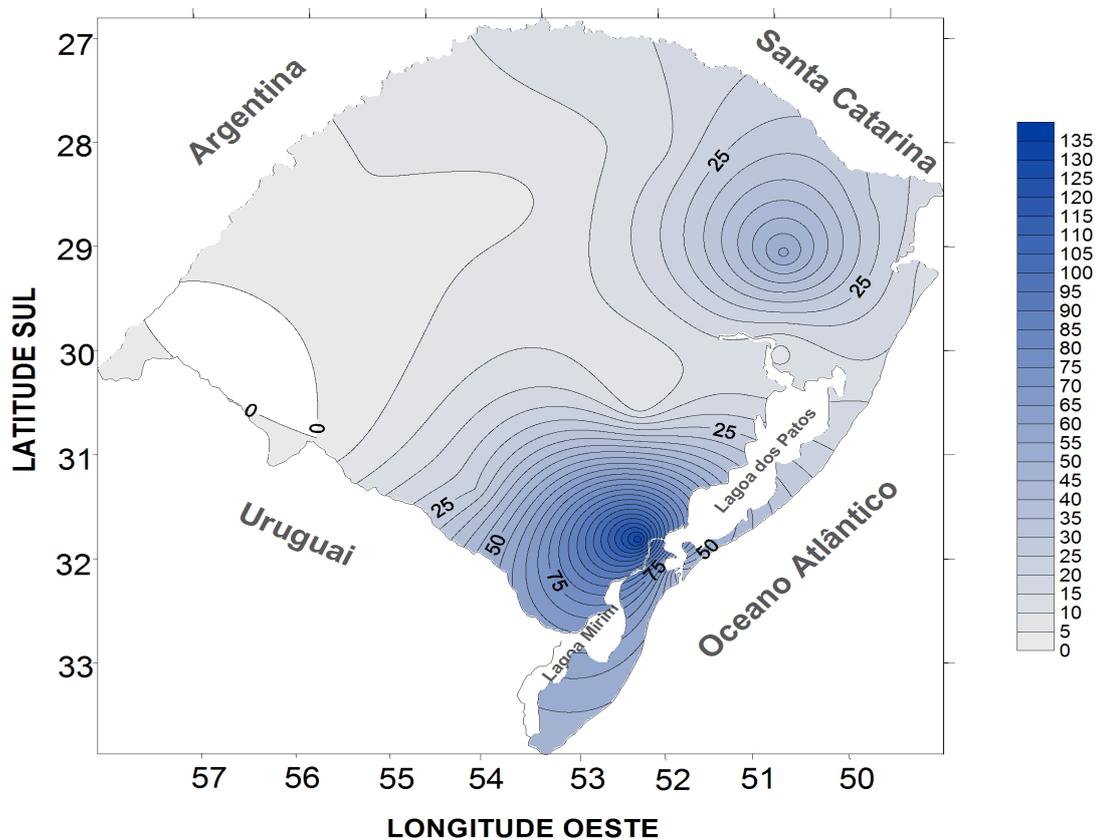


Figura 4. Composição da precipitação acumulada (mm) registrada no dia 29/01/09, para 16 estações meteorológicas de superfície do Rio Grande do Sul.

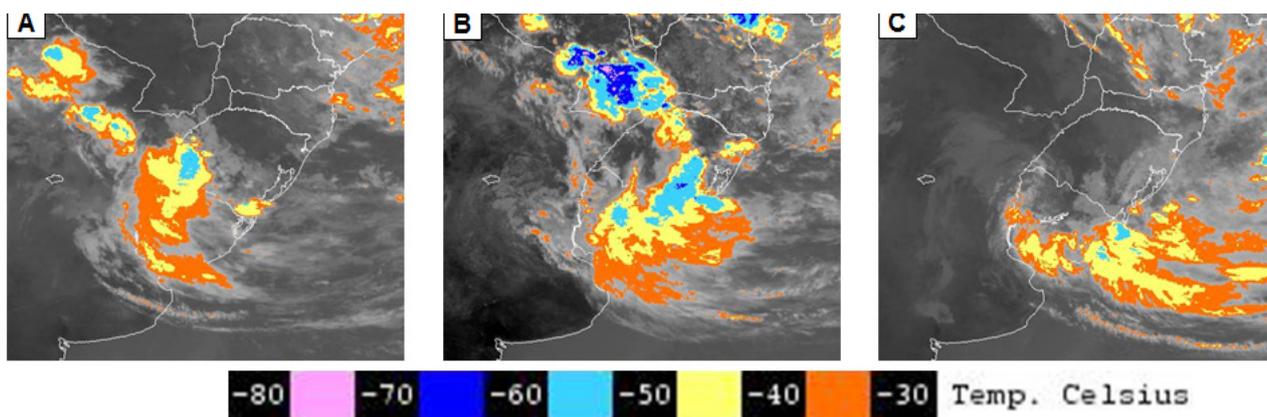


Figura 5. Imagens do satélite GOES 10 no canal 4, entre as 12UTC do dia 28/01/09 e as 12UTC do dia 29/01/09.

pio localizado a oeste de Pelotas, a enchente afetou praticamente toda a área rural e atingiu 6.199 pessoas.

Entre os dias 28 e 29/01/09 foram registrados altos valores de precipitação, principalmente entre às 12 UTC do dia 28/01/09 e às 12 UTC do dia 29/01/09, sendo Pelotas a cidade mais atingida no Estado. Cabe destacar que em apenas 24 horas a estação agroclimatológica de Pelotas registrou 134,4 mm, valor superior à precipitação normal para o mês de janeiro que é de 119,1 mm (EMBRAPA, 2013).

Analisando-se a precipitação horária e o seu total acumulado em Pelotas no período de 03 UTC do dia 28/01/09 a 16 UTC do dia 29/01/09, pode-se notar que os registros de precipitação mais elevados ocorreram no dia 28/01/09 entre 17 UTC e 18 UTC (24,6 mm) e entre 18 UTC e 19 UTC (22,2 mm) (Fig. 3). A composição da precipitação para as 16 EMS pertencentes ao 8° DISME/INMET no dia 29/01/09 (precipitação ocorrida entre às 12 UTC do dia 28/01/09 e 12 UTC do dia 29/01/09) (Fig. 4), mostrou a presença de dois núcleos de maior precipitação, um na Serra Gaúcha (nordeste do Estado) e outro na metade sul do estado, centrado em Pelotas com precipitação superior a 130 mm.

A análise das condições atmosféricas atuantes em janeiro de 2009 (Climanálise, 2009) mostrou que neste mês a atuação de SF no Brasil ficou abaixo da normal climatológica, com apenas 3 SF. O baixo número de SF neste mês ocorreu devido à intensificação da alta subtropical do Atlântico Sul, que estava deslocada para o sul, associada à predominância de anomalias positivas de pressão ao nível médio do mar sobre a AS. A partir do dia 28/01/09, a passagem de um cavado que se tornou um vórtice ciclônico na média e alta troposfera, favoreceu a formação e intensificação de um Cext entre o Uruguai e o RS. A atuação deste Cext causou chuvas intensas no Estado e rajadas de vento com velocidades superiores a 80 km/h nos litorais sul e sudeste do RS.

A análise conjunta das imagens do satélite GOES 10 (Fig. 5) e das imagens de refletividade do radar de Canguçu- REDEMET (Fig.6) mostram que no dia 28/01/09 às 12 UTC a nebulosidade associada à formação do Cext que gerou a enchente na região de Pelotas estava localizada no nordeste da Argentina, no Uruguai, no oeste e sul do RS (Fig. 5a). Neste horário pode-se observar um núcleo de convecção localizado a oeste da região de Pelotas (Fig. 6a).

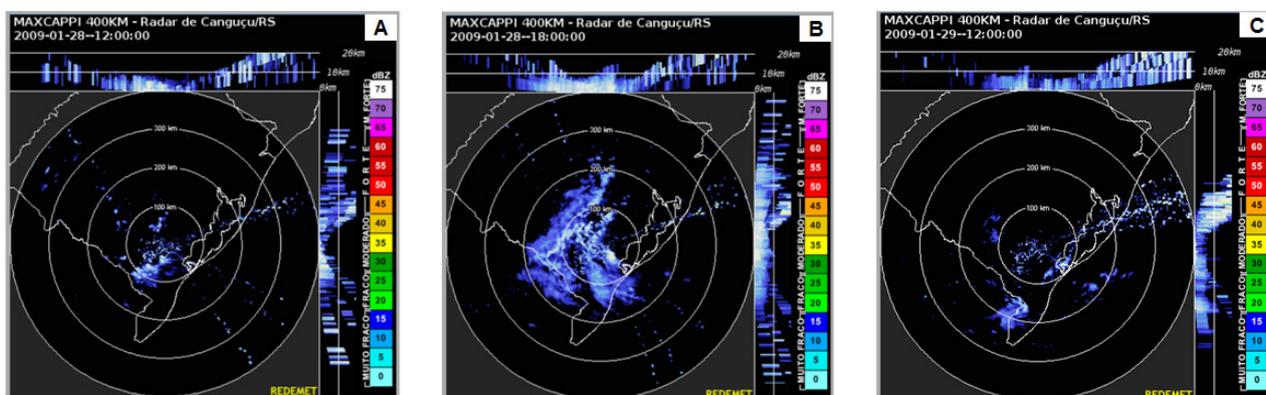


Figura 6. Imagens de refletividade (dBZ) do radar meteorológico de Canguçu (REDEMET) entre as 12UTC do dia 28/01/09 e as 12UTC do dia 29/01/09

No horário em que foi registrado maior valor de precipitação em Pelotas (ver Fig. 3), 18 UTC do dia 28/01/09, observa-se duas regiões com maior atividade convectiva, uma no sudeste do Paraguai (não diretamente associado ao Cext em desenvolvimento) e outra no sul do RS (claramente relacionada à ciclogênese que deu origem ao Cext) (Fig. 5b). Entre essas regiões havia uma área com pouca nebulosidade no oeste gaúcho, explicando os menores volumes pluviométricos registrados nessa região (Fig. 4). Nesse horário podem-se observar núcleos de refletividade mais elevados, localizados na região de Pelotas (Fig. 6b).

Às 12:00 UTC do dia 29/01/09 (Fig. 5c) observa-se que a nebulosidade mais intensa associada ao Cext estava atuando mais sobre o oceano. Sobre a região de Pelotas havia pouca nebulosidade, explicando a diminuição da precipitação a partir deste dia, comprovada pelo decaimento na atividade convectiva observada na região (Fig. 6c). Portanto, fica evidente pelas imagens de satélite e pelos dados de refletividade radar que a precipitação registrada em Pelotas e que gerou enchente na região foi resultado da atuação do Cext

que se formou a partir do dia 28/01/09.

Para a análise do ambiente de grande escala associado à ocorrência do caso de enchente utilizou-se campos de pressão em superfície e vento em 10 metros (Fig. 7), advecção de temperatura e vento (Fig. 8) e convergência de umidade e vento (Fig. 9) em 850 hPa, velocidade vertical (ômega) no nível de 500 hPa (Fig. 10) e divergência do vento em 200 hPa (Fig. 11).

É possível observar, que no dia 28/01/09 às 12UTC havia em 850 hPa aporte de calor (Fig. 8a) e umidade (Fig. 9a) provenientes de nordeste, associado à formação de um centro de baixa pressão em superfície na região nordeste da Argentina, Paraguai e sul do Brasil, que daria origem ao Cext (Fig. 7a). Esse transporte de calor e umidade para a região, favoreceu o movimento ascendente do ar observado em 500 hPa (Fig. 10a) e a divergência deste em altos níveis (Fig. 11a). Portanto, pôde-se observar que havia convergência na média troposfera, advecção quente e úmida e movimento vertical ascendente, condições essenciais para início da ciclogênese e formação e manutenção do Cext.

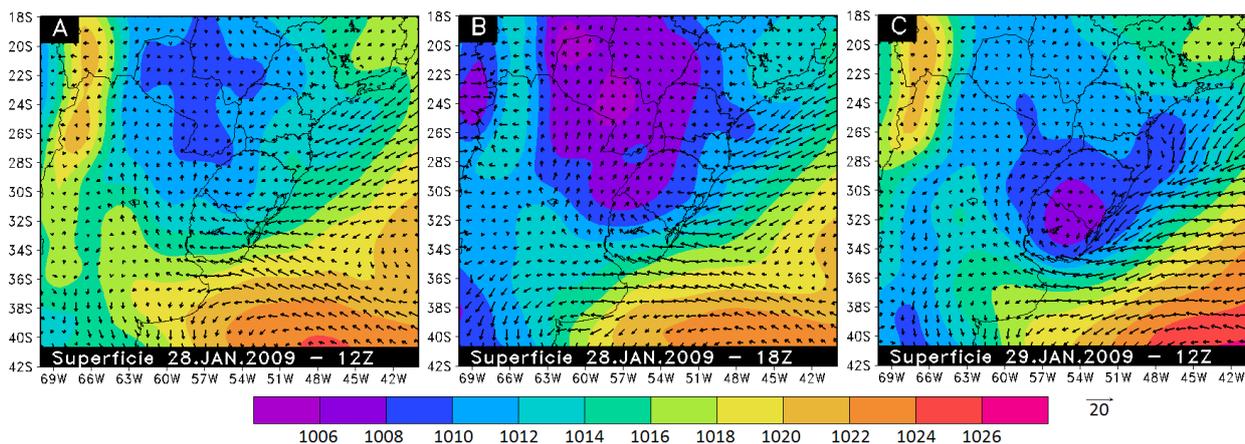


Figura 7. Pressão atmosférica (hPa) à superfície e vetor vento em 10 m (ms^{-1}): (a) 28/01/09 às 12 UTC, (b) 28/01/09 às 18 UTC e (c) 29/01/09 às 12 UTC.

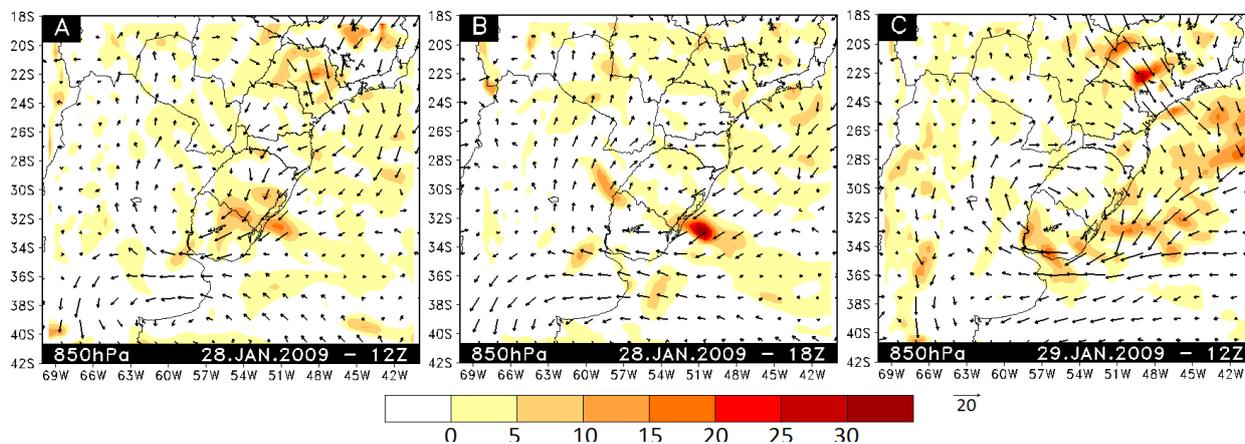


Figura 8. Advecção de temperatura (10^{-4}Ks^{-1}) (sombreado) e vento (ms^{-1}) no nível de 850 hPa. (A) 28/01/09 às 12 UTC, (B) 28/01/09 às 18 UTC e (C) 29/01/09 às 12 UTC.

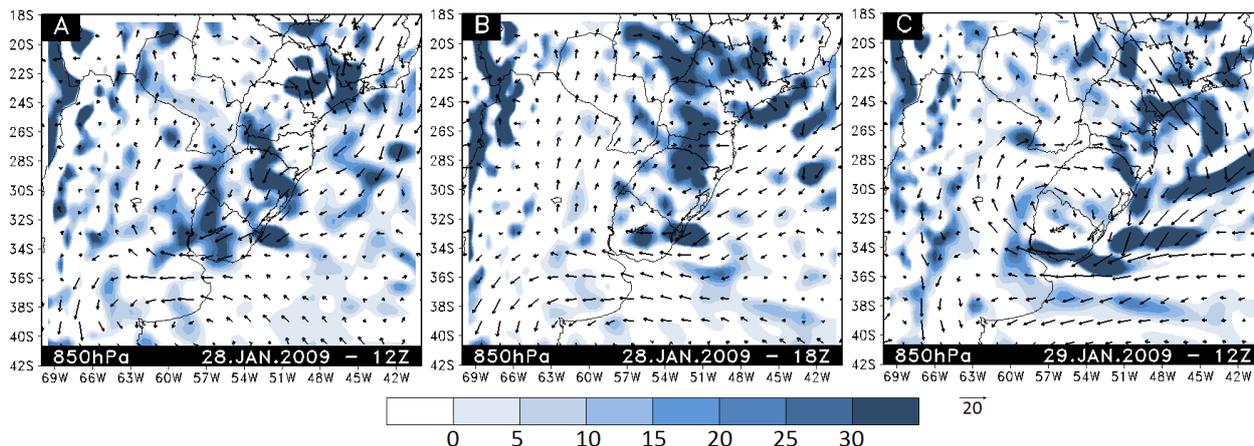


Figura 9. Convergência de umidade ($10^{-5} \text{g.kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$) (sombreado) e vento (m.s^{-1}) no nível de 850 hPa. (A) 28/01/09 às 12 UTC, (B) 28/01/09 às 18 UTC e (C) 29/01/09 às 12 UTC.

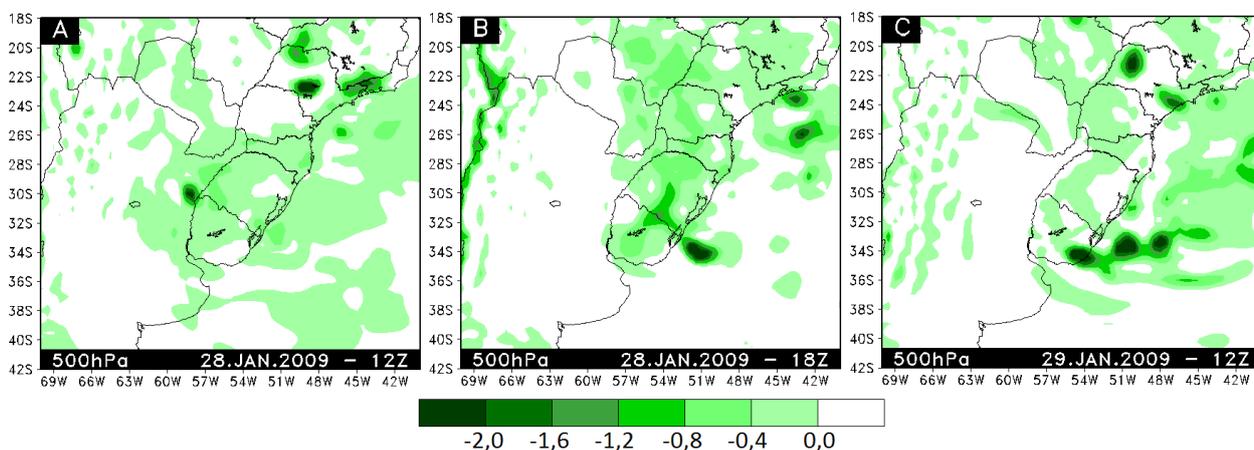


Figura 10. Velocidade vertical (Ω) (Pa.s^{-1}) (sombreado) no nível de 500hPa. (A) 28/01/09 às 12 UTC, (B) 28/01/09 às 18 UTC e (C) 29/01/09 às 12 UTC.

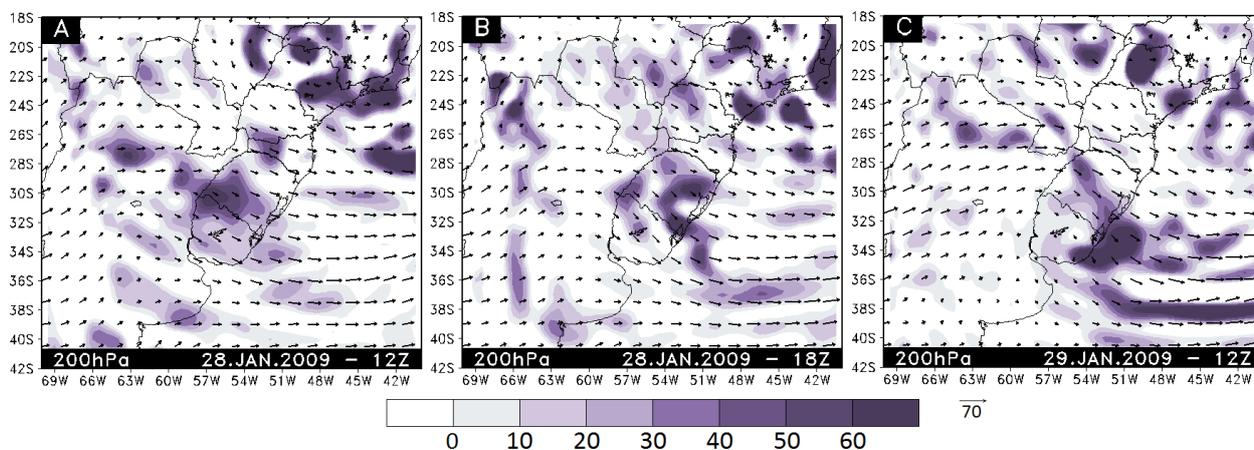


Figura 11. Divergência (10^{-5}s^{-1}) (sombreado) e vento (m.s^{-1}) no nível de 200hPa. (A) 28/01/09 às 12 UTC, (B) 28/01/09 às 18 UTC e (C) 29/01/09 às 12 UTC.

Às 18 UTC do dia 28/01/09 pode-se observar que houve intensificação do centro de baixa pressão sobre o RS e Uruguai, evidenciando a presença de um cavado e ciclogênese na região (Fig. 7b). Essa configuração favoreceu a advecção de ar quente (Fig. 8b) e úmido (Fig. 9b) principalmente para a porção sul do RS onde havia bastante convecção (Fig. 5b e 6b). Ainda neste horário, também na porção sul do RS, foi verificada a presença de divergência do vento em 200 hPa (Fig. 11b) e persistência de ventos de NO, que estavam associados ao forte movimento vertical observado em 500 hPa (Fig. 10b). Isso indicava a presença de atividade convectiva sobre a região, principalmente na porção sul do RS (Fig. 6b). Portanto, neste horário havia maior atividade convectiva, com núcleos ativos (Fig. 6b) e precipitação mais intensa (Fig. 4) na porção sul do RS, devido às condições atmosféricas que favoreceram a atuação do Cext.

Às 12 UTC do dia 29/01/09, após atingir a máxima atuação sobre o RS a nebulosidade associada ao Cext deslocou para sudeste (Fig. 5c) e passou a atuar mais sobre o oceano. Neste horário pôde-se observar que sobre o RS já havia um decaimento da atividade convectiva (Fig. 6c). O aporte de calor (Fig. 8c) e umidade (Fig. 9c), bem como os movimentos ascendentes observados em 500 hPa (Fig. 10c), que geravam divergência em 200 hPa (Fig. 11c) sobre o litoral do RS neste horário, estavam associados a atuação do Cext que estava bem caracterizado (Fig. 7c). É possível observar a circulação horária do vento em 850 hPa (Fig. 8c) caracterizando o centro de baixa pressão do ciclone e o formato das regiões de máximos nas Figs. 8c a 11c, que acompanhavam o ramo principal da frente fria e da frente oclusa no sul do RS, que apresentavam o formato de uma vírgula invertida (Fig. 7c).

Conforme discutido anteriormente (Climanálise, 2009) e mostrado pela análise dos dados, a partir do dia 28/01/09, houve a formação e intensificação de um Cext entre o Uruguai e o RS, devido à passagem de um cavado que se tornou um vórtice ciclônico na média e alta troposfera. Observou-se que a banda de precipitação convectiva que passou pela região de Pelotas, e que causou a enchente, foi parte integrante da precipitação convectiva gerada no processo de ciclogênese que deu origem ao Cext. Logo, a atuação deste Cext propiciou condições favoráveis à ocorrência de enchente na região de Pelotas no dia 29/01/09.

Estudos sobre outros casos de enchente na região de Pelotas mostram que geralmente estes estão associados à ocorrência de precipitação convectiva gerada nos processos de ciclogênese, comuns nesta região (Fernandes et al., 2004; Vaggetti et al., 2008).

4 Conclusão

O caso de enchente registrado em 29/01/09 na região de Pelotas-RS foi analisado neste estudo.

As condições atmosféricas observadas na região foram extremamente favoráveis ao surgimento do Cext que atuou sobre o RS entre os dias 28 e 29/01/09. Na região havia convergência na média troposfera, advecção quente e úmida além de movimento vertical ascendente que favoreceram a ciclogênese e a intensa atividade convectiva observada. Este Cext desenvolveu maior atividade na porção sul do RS, onde foi detectada convecção mais intensa, confirmada pelos altos valores de precipitação registrados em superfície em 24 horas na região.

Portanto, a atuação do Cext propiciou condições atmosféricas favoráveis à ocorrência da enchente na região de Pelotas no dia 29/01/09. Além disso, este estudo confirma que casos de enchente geralmente estão associados à ocorrência de precipitação convectiva gerada nos processos de ciclogênese, comuns nesta região.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo auxílio financeiro.

Referências

- CAMPOS, C. R. J.; EICHHOLZ, C. W. Características físicas dos Sistemas Convectivos de Mesoescala que afetaram o Rio Grande do Sul no período de 2004 a 2008. **Revista Brasileira de Geofísica (Impresso)**, v. 29, p. 331-345, 2011.
- CASTRO, A. L. C. **Glossário de Defesa Civil: estudo de riscos e medicina de desastres**. Brasília: MPO/ Departamento de Defesa Civil, 1998, 283 p.
- CLIMANÁLISE. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**. v. 24, n. 01, 2009. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/>>. Acesso em: 06 jan. 2013.
- CRDCRS, Coordenadoria regional de Defesa Civil do RS. Disponível em: <<http://www.defesacivil.rs.gov.br>>. Acesso em: 20 jan. 2013.
- EMBRAPA. 2013. **Estação Agroclimatológica de Pelotas**. Normais Climatológicas. Disponível em:

- <<http://www.cpact.embrapa.br/agromet/estacao/mensal.html>>. Acesso em: 11 jun. 2013
- FERNANDES, D.S; PINTO, L.B.; CAMPOS, C.R.J. Análise sinótica de um ciclone extra tropical que atingiu a cidade de Pelotas-RS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p. 697-703. CD-ROM
- GAN, M.A.; RAO, V.B. Surface cyclogenesis over South America. **Monthly Weather Review**, v.119, p.1293-1302, 1991.
- HARTER, I. B. **Análise de precipitação em Pelotas - RS utilizando transformada Wavelet de Morlet**. Pelotas, 2004, 85f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) Programa de Pós-Graduação em Meteorologia - Faculdade de Meteorologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.
- KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D. A; MARCELINO, I. P. V. O.; MARCELINO, E. V.; GONÇALVES, E. F.; BRAZETTI, L. L. P.; GOERL, R. F.; MOLLERI, G. S. F.; RUDORFF, F. M. **Prevenção de desastres: conceitos básicos**. Florianópolis: Editora Organic Trading, 2006. 109 p.
- MOTA, G. V. **Characteristics of rainfall and precipitation features defined by the Tropical Rainfall Measuring Mission over South America**. 2003. 215 f. Dissertation (Ph.D) –University of Utah, Salt Lake City, 2003.
- NCEP-CFSR. National Centers for Environmental Prediction – Climate Forecast System Reanalysis. Disponível em: <<http://nomads.ncdc.noaa.gov/data.php?name=access#cfsr>>. Acesso em: 19 jan. 2013.
- NICOLINI, M.; SAULO, A. C.; TORRES, J. C.; SALIO, P. Enhanced precipitation over Southeastern South América related to strong low-level jet events during austral warm season. **Meteorologica, Special Issue for the South American Monsoon System**, v.27, p.59-69, 2002.
- QUADRO, M. F. L., L. H. R. MACHADO, S. CALBETE, N. N. M. BATISTA, G. SAMPAIO. Climatologia de Precipitação e Temperatura. **Climanálise Especial - Edição Comemorativa de 10 anos**. MCT/INPE/CPTEC, 1996.
- REDEMETS. Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica. Disponível em: <http://www.redemet.aer.mil.br/radar/radar.php?chave=MjAxMzExMDYxNjE4MDM=&ID_REDEMETS=e04711jdf25ohu46lq40u5gph2&data=28/01/2009#>. Acesso em: 07 nov. 2013
- SATYAMURTY, P.; NOBRE, C.A.; SILVA DIAS, P.L. South America. In: **Meteorology of the Southern Hemisphere**. Boston: A.M.S., v.27. p.119-139, 1998.
- SELUCHI, M.E. **Estudio del comportamiento de los sistemas sinopticos migratorios en la Argentina**. 1997. 243 f. Tese Doutorado –Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina, 1997.
- SIQUEIRA, J. R. **Variabilidade interdiurna da convecção na América do Sul: a propagação meridional da convecção**. 2004. 186 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2004.
- TORRES, J. C. **Sistemas convectivos en mesoescala altamente precipitantes en El norte y centro de Argentina**. Programa de Pós-graduação em Meteorologia, Universidade de Buenos aires, Tese de doutorado, 2003, 130 p.
- VAGHETTI, N.N.; COUTO, F. T.; CARVALHO, M.H. Condições sinóticas associadas à ocorrência de chuva intensa em Pelotas-RS em maio de 2007. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17 e ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 10, 2008. Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPel, 2008. Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CE/CE_00860.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2013.