

PADRÕES SINÓTICOS ASSOCIADOS A UM EVENTO DE ADVECÇÃO DE NEBULOSIDADE RASA OCORRIDO EM 11 DE DEZEMBRO DE 2005 SOBRE O RIO GRANDE DO SUL

Thomas Kaufmann, Vagner Anabor

PPG em Meteorologia - CCNE/UFSM; Santa Maria, RS
e-mail: mr.tomkaufmann@gmail.com

Resumo

O objetivo deste estudo é analisar os padrões sinóticos tanto em baixos quanto em altos níveis durante o evento de advecção de nebulosidade rasa sobre o Estado do Rio Grande do Sul (Sul do Brasil), ocorrido em 11 de dezembro de 2005. Tal tipo de nebulosidade forma-se dentro de escoamentos que ocorram à favor do gradiente de temperatura da superfície do mar (TSM), tal qual o contraste existente na Região de Confluência Brasil-Malvinas. Reanálises do NCEP foram usadas para compor o padrão sinótico. Os campos de pressão ao nível do mar, de temperatura de pele, de direção do vento na camada 700-1000 hPa e no nível 250 hPa, de Ômega em 500 hPa e de altura geopotencial em 500 hPa foram avaliados. Observou-se que o padrão em baixos níveis foi um anticiclone de trajetória zonal e ventos de Sudeste e de Leste ao longo do dia sobre o Rio Grande do Sul. O padrão nos níveis superiores mostrou que o leste da crista se deslocava sobre a referida região. Tais padrões em baixos e altos níveis da troposfera contribuíram para uma advecção de nebulosidade rasa mais eficiente a partir da Região de Confluência para o interior do Sul do Brasil.

Palavras-chave: incursão de ar frio, advecção de nebulosidade rasa, Confluência Brasil-Malvinas.

Abstract

The aim of this study is to analyze the synoptic patterns in both lower and upper tropospheric levels during the event of advection of shallow cloudiness over the State of Rio Grande do Sul (Southern Brazil) occurred on 11 December 2005. Such kind of cloudiness is also formed downstream over regions of sea surface temperature (SST) gradients, like the Brazil-Malvinas Confluence Region. Reanalysis datasets of the NCEP model were used to compose the synoptic patterns. The sea level pressure, skin temperature, 700-1000 hPa and 250-hPa wind direction, 500-hPa Omega and 500-hPa geopotential height fields were evaluated. It was observed that the pattern in lower levels was a zonally tracked anticyclone and winds from Southeasterly to Easterly along the day over Rio Grande do Sul. The pattern in upper levels demonstrated a ridge with its east moving over the region. Such patterns in both troposphere lower and upper levels contributed to the advection of shallow cloudiness from the Confluence Region towards inland of Southern Brazil.

Keywords: cold air incursion, advection of shallow cloudiness, Brazil-Malvinas Confluence.

1. Introdução

Massas de ar frio frequentemente avançam sobre o Sul da América do Sul em trajetórias tanto continentais quanto oceânicas (Lima e Satyamurty, 1992; Sinclair, 1995; Garreaud, 2000; Pezza, 2003). Essas massas de ar, transportadas pela circulação de Anticiclones Transientes sobre gradientes de temperatura da superfície do mar (TSM), sofrem amplificação dos processos de umidificação e desestabilização em baixos níveis ao passar de águas frias para águas quentes (Paluch e Lenschow, 1991; Mahrt, 2000; Skillingstad et al, 2007).

A Região da Confluência das Correntes do Brasil (águas quentes) e das Malvinas (águas frias) (Região CBM) é uma área próxima à região Sul do Brasil, em que se encontram na superfície oceânica os contrastes de TSM (Figura 1, Reynolds *et al*, 2002), de fluxos de calor e de fluxos de umidade (Tokinaga *et al*, 2005; Pezzi *et al*, 2005, 2009; Acevedo *et al*, 2010). A isolinha de 16°C mostrada pela Figura 1 delimita a fronteira entre as águas quentes (ao norte) e as águas frias (ao sul). Dependendo do

posicionamento do Anticiclone Transiente em relação à Confluência, ocorre a formação de nebulosidade rasa sobre a região de gradiente de TSM (mais especificamente quando o centro da alta pressão força a massa de ar a escoar a favor do gradiente) e posterior advecção dessa cobertura de nuvens sobre a costa e o interior do Sul do Brasil.

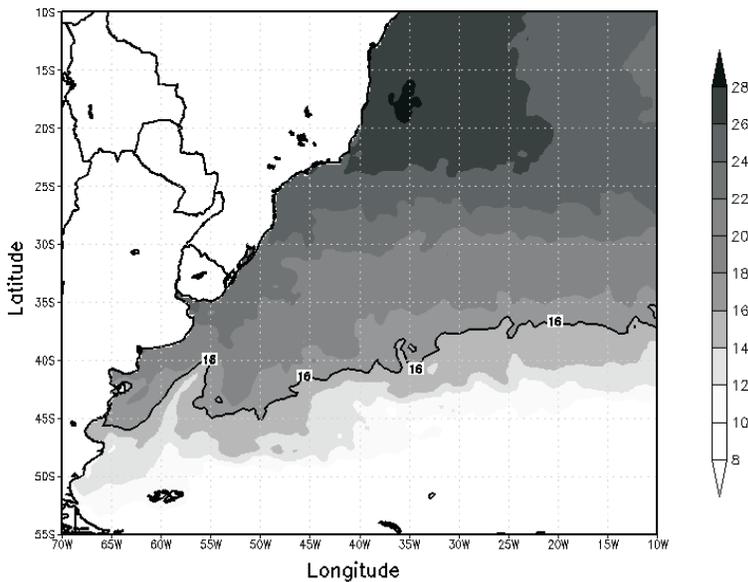


Figura 1. Posição da Confluência Brasil-Malvinas no dia 11 de dezembro de 2005. A escala de cores evidencia o gradiente de temperatura da superfície do mar ($^{\circ}\text{C}$) próximo à costa do sul do Brasil. A partir de dados de TSM com $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ de resolução espacial disponibilizados por NCEP/NCAR (Reynolds *et al*, 2002).

A nebulosidade rasa (do tipo estratiforme ou cumuliforme, ou ambas) geralmente pode estar organizada em um padrão de células abertas (*stratocumulus*, *cumulus*) ou fechadas (*stratus*) sobre o oceano, podendo ocorrer ambos simultaneamente (Hubert, 1966 *apud* Agee *et al*, 1973; Atkinson e Zhang, 1996, Painemal *et al*, 2010). De acordo com Atkinson (1981), nebulosidade rasa é definida como uma camada de nuvens com espessura vertical entre 1 e 2 km. Segundo esses autores, as células convectivas abertas são caracterizadas por ausência de nuvens (subsistência de ar) no centro e nebulosidade (ascendência de ar) nas bordas da célula; ao passo que as células fechadas são o oposto.

O fenômeno é importante para a região Sul do Brasil e seu estudo é imprescindível por dois motivos: primeiro, o processo eventualmente ocasiona precipitação de fraca intensidade corrente abaixo do escoamento (Pastor et al, 2001; Stevens et al, 2005; Comstock *et al*, 2005; Wood e Bretherton, 2006; Wood e Hartmann, 2006; Painemal *et al*, 2010); segundo, apesar de ocorrer com relativa frequência, muitas vezes o processo inteiro não é representado pelos modelos atuais de Previsão Numérica do Tempo por diversas razões. Entre elas, está a falta de uma parametrização adequada de fluxos de calor latente e sensível para regiões extratropicais dentro dos modelos (Acevedo *et al*, 2010).

O objetivo deste estudo é analisar as configurações sinóticas nos níveis inferiores e superiores da troposfera durante o evento de advecção de nebulosidade rasa sobre o Estado do Rio Grande do Sul ocorrido no dia 11 de dezembro de 2005.

2. Metodologia

Imagens de satélite foram utilizadas para identificação dos eventos de advecção de nebulosidade rasa sobre o Sul do Brasil (Figura 2). Foram analisadas imagens do satélite GOES (*Geostationary Operational Environmental Satellite*) do canal infravermelho (IR₄, sensor *Imager Radiometer and Vertical Sounder*), fornecidas pela Divisão de Satélites Ambientais e pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DSA-CPTEC/INPE), pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) e pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) dos Estados Unidos. O conjunto de imagens utilizado abrange o período de 00 UTC do dia 11 de dezembro de 2005 até 00 UTC do dia 12 de dezembro de 2005, com resolução espacial de 4 km x 4 km e resolução temporal de aproximadamente 30 minutos.

Dados METAR de condições meteorológicas e de nebulosidade para três localidades do Estado do Rio Grande do Sul (Santa Maria, Pelotas e Porto Alegre) foram utilizados para confirmar a presença da nebulosidade. A localização desses municípios é mostrada na Figura 3. Essas informações de METAR foram disponibilizadas pela Rede do Comando da Aeronáutica, com resolução temporal de aproximadamente 30 minutos.

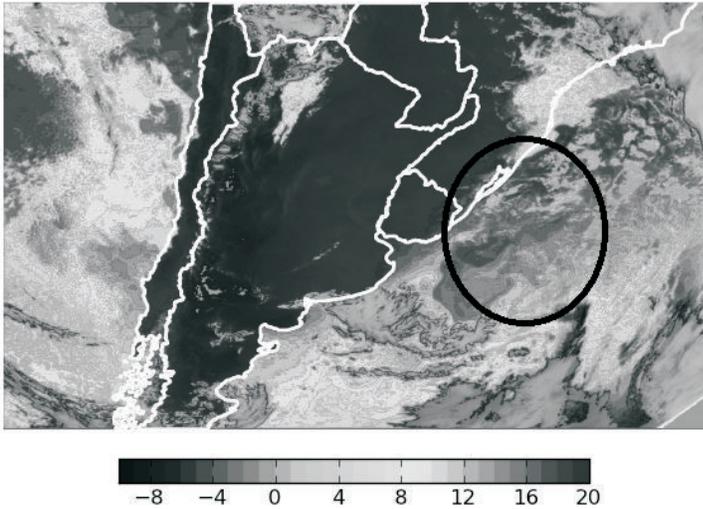


Figura 2. Nebulosidade rasa sendo advectada sobre o Sul do Brasil às 2045 UTC do dia 11 de dezembro de 2005 (em destaque). As imagens são do canal infravermelho (IR4) do satélite GOES/NASA e a escala de cinza representa as temperaturas (em °C) de topo das nuvens, incluindo a nebulosidade rasa que está destacada no intervalo de -5°C a 10°C.

Dados de reanálise do modelo do *National Centers for Environmental Prediction / The National Center for Atmospheric Research* (NCEP/NCAR) (Kalnay *et al*, 1996) foram utilizados para compor o quadro sinótico. Avaliaram-se os campos de pressão ao nível do mar, temperatura de pele, direção média do vento nas camadas 700-1000 hPa e no nível de 250 hPa e altura geopotencial em 500 hPa. Perfis de temperatura do ar e de temperatura do ponto de orvalho, bem como os índices termodinâmicos para as três localidades também foram obtidos a partir da reanálise.

Por questão de incompatibilidades na resolução horizontal das grades da temperatura da superfície do mar e das demais variáveis, adotou-se a temperatura de pele. Ela pouco difere da temperatura da superfície do mar sob condições meteorológicas de ventos superficiais de fraca intensidade (Schlüessel *et al*, 1990; Fairall *et al*, 1996), tal como a abordada no presente estudo. É importante salientar ainda que o campo de temperatura de pele sobre o continente não será considerado em nenhuma análise. Com base nisso, a partir de agora, sempre que a temperatura da superfície do mar for mencionada, leia-se como equivalente à temperatu-

ra de pele sobre os oceanos.

O conjunto de dados foi disponibilizado pela NOAA, com resolução espacial de $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ (277,5 km x 277,5 km) e resolução temporal de quatro tempos diários (0000, 0600, 1200, 1800 UTC). A Figura 1 mostra um campo médio de TSM de melhor resolução espacial ($1^\circ \times 1^\circ$) (Reynolds *et al.*, 2002) para o dia 11 de dezembro de 2005, com o intuito de ilustrar de forma mais clara o gradiente de temperatura da superfície do mar existente na Região CBM. A fim de obter uma medida mais coerente da direção do vento em baixos níveis ao longo do dia, adicionalmente, utilizou-se um algoritmo que computou a média do vetor vento na camada 700-1000 hPa dentro de uma área limitada pelas latitudes 27°S e 37°S e longitudes 40°W e 55°W para cada horário.

3. Resultados

A advecção de nebulosidade rasa abordada aqui (Figura 2) ocorreu logo após a passagem de um ciclone extratropical pelo Sul do Brasil.

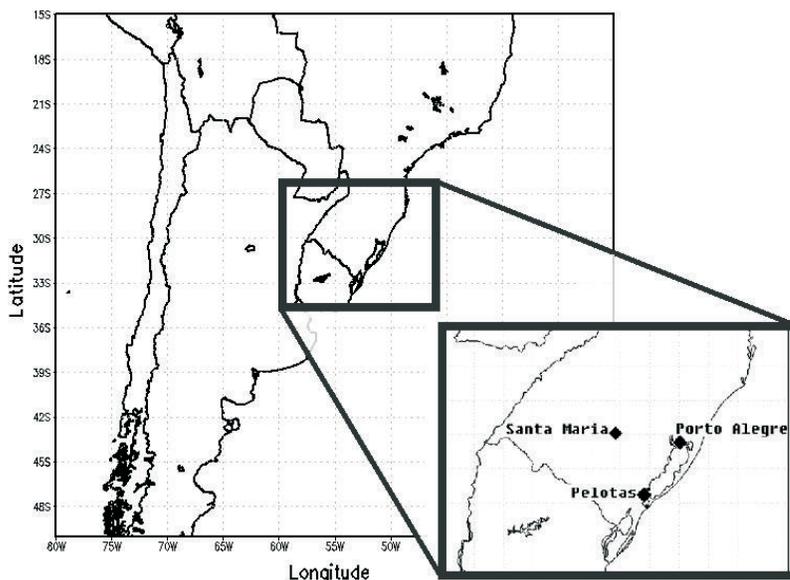


Figura 3. Localização dos municípios de Pelotas, Porto Alegre e Santa Maria dentro do território do Estado do Rio Grande do Sul.

Ao se deslocar para o Oceano Atlântico, a circulação ciclônica sobre o Rio Grande do Sul foi gradualmente substituída pela circulação anticiclônica da alta migratória, que sucede frentes frias e ciclones extratropicais.

Durante o dia 11, observou-se que o padrão em baixos níveis era de um anticiclone com centro de 1020 hPa, posicionado em $37^{\circ}\text{S}/56^{\circ}\text{W}$, às 00 UTC do mesmo dia. Esse anticiclone transiente apresentou um lento deslocamento zonal ao longo do dia ($37^{\circ}\text{S}/53^{\circ}\text{W}$ às 12 UTC do dia 11; e $36^{\circ}\text{S}/50^{\circ}\text{W}$ às 00 UTC do dia 12), como pode ser observado na Figura 4.

Em função da borda norte da alta transiente estar posicionada sobre o Sul do Estado do Rio Grande do Sul, as localidades costeiras e do interior desse Estado foram submetidas ao transporte de umidade e de nebulosidade do oceano para o continente. Tal posicionamento do anticiclone migratório teve influência direta na direção do escoamento, que permitiu que a massa de ar, desestabilizada em baixos níveis ao deslocar-se sobre as águas quentes da Confluência Brasil-Malvinas (CBM), fosse direcionada sobre o Estado.

Como ilustrado na Figura 4, o campo de vento sobre o Rio Grande do Sul apresentou preferencialmente as direções Sudeste (de 00 UTC até 12 UTC do dia 11, Figura 4a), passando a Leste (a partir das 12 UTC do dia 11, Figuras 4b a 4c). Tanto a trajetória da alta transiente quanto as consequentes direções preferenciais do escoamento em baixos níveis estão de acordo com as incursões de ar frio e estável e trajetórias de anticlones estudadas por Lima e Satyamurty (1992), Sinclair (1995); Garreaud (2000) e Pezza (2003) para diversas estações do ano.

Nos níveis superiores da troposfera, predominou o lento deslocamento de uma crista em 500 hPa sobre o Estado do Rio Grande do Sul (Figura 5). Durante o dia 11, esse máximo de altura geopotencial esteve levemente defasado (a leste) em relação ao campo de vento em 250 hPa, que apresentou o mesmo padrão de onda.

Ao longo do referido dia, o eixo da crista sofreu uma leve inclinação (Figuras 5b e 5c), que fez o leste da curvatura anticiclônica inclinar-se para sobre o Oceano Atlântico. Consequentemente, a área de influência da advecção de vorticidade anticiclônica causada pela crista se manteve entre o Estado do Rio Grande do Sul e a Região CBM. Isso pode ser observado através da persistência das áreas de subsidência de ar (*i.e.* regiões de Omega positivo) a leste da crista, do continente na direção da Confluência (Figura 5c).

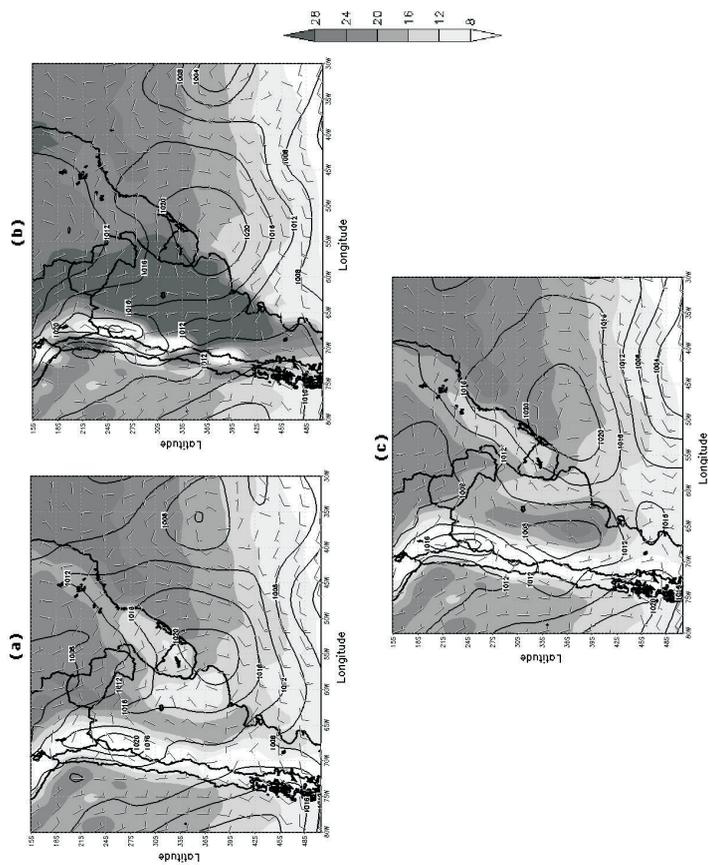


Figura 4. Campos sinóticos em baixos níveis de pressão ao nível do mar (contornos sólidos, intervalo de 4 hPa), de direção do vento na camada 700-1000 hPa (barbelas de vento), e de temperatura da superfície do mar (sombreado, °C) para os horários (a) 00 UTC e (b) 12 UTC do dia 11 e (c) 00 UTC do dia 12 de dezembro de 2005.

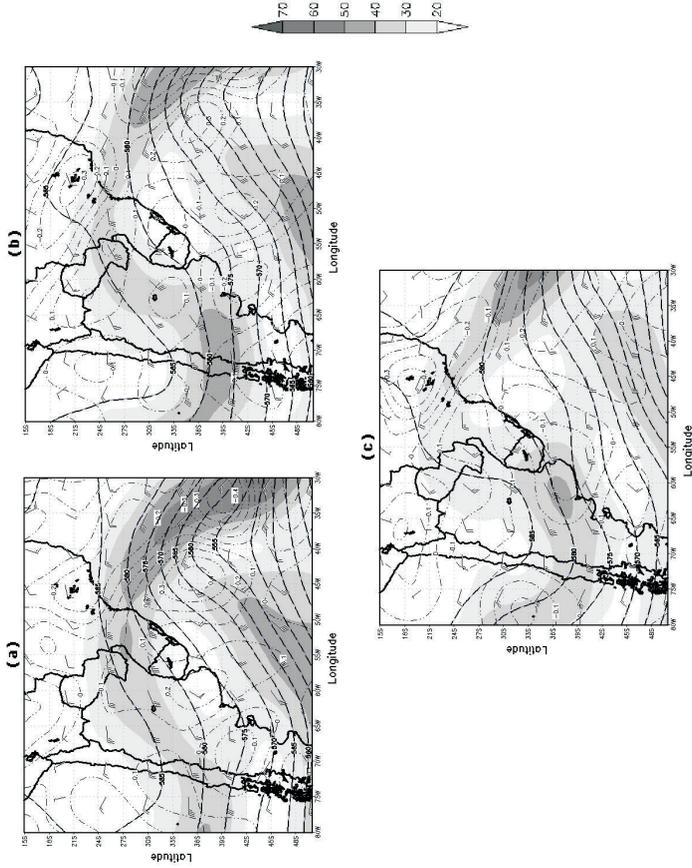


Figura 5. Campos sinóticos nos níveis superiores de altura geopotencial em 500 hPa (contornos sólidos, intervalos de 5 mgp), de ômega em 500 hPa (contorno tracejado, intervalos de 0.1 hPa/s) e de direção (barbelas) e magnitude do vento (sombreado, em m/s) em 250 hPa para (a) 00 UTC e (b) 12 UTC do dia 11 e (c) 00 UTC do dia 12 de dezembro de 2005

Próximo de 00 UTC do dia 12, surgiram perturbações no campo de altura geopotencial a leste da crista em 500 hPa. Um suave cavado se configurou nesse trecho (Figura 5c), dando origem a áreas de ascendência de ar (*i.e.* regiões de Omega negativo) sobre a Confluência e partes do Rio Grande do Sul. A partir desse horário, a nebulosidade formada sobre a CBM não é mais rasa e foge da abordagem do presente estudo.

As áreas de subsidência de ar sobre a Região CBM (Figura 5) a princípio inibiriam a formação de nebulosidade. Porém, como já mencionado, em superfície, o anticiclone transiente forçava o ar a escoar a favor do gradiente de TSM (*i.e.* indo na direção de águas aquecidas) e a massa de ar se desestabilizou em baixos níveis (Mahrt, 2000; Skillingstad *et al*, 2007). Esse fato favoreceu a convecção rasa devido ao amplo suporte de umidade e mistura de ar sobre a Confluência, ainda que houvesse inibição nos níveis superiores (Painemal *et al*, 2010).

Paluch e Lenschow (1991) observaram o mesmo efeito dos gradientes de TSM na geração da convecção rasa do Nordeste do Oceano Pacífico. Segundo eles, a presença de uma intensa subsidência gerada pela alta pressão subtropical do Pacífico, aliada a intensos fluxos ascendentes de umidade sobre as águas quentes em latitudes mais baixas, conduziram a formação de nebulosidade cumuliforme (células abertas) sobre aquela região. Tal constatação foi explicada mais tarde por Mahrt (2000) e Skillingstad *et al* (2007).

Após ser deslocada sobre a CBM e se desestabilizar, a camada de ar úmido dentro da camada limite planetária (abaixo de 850 hPa) foi advectada pela circulação anticiclônica sobre o Sul do Brasil. Isso é mostrado na Figura 6 para três localidades do Rio Grande do Sul. É notável a presença de uma camada de ar seco e estável acima de 850 hPa, resultante da subsidência provocada pela atuação da crista em níveis superiores.

Essa espessa camada seca garantiu que a convecção não se estendesse tão profundamente sobre a Confluência e especialmente sobre o continente. A prova disso pode ser visualizada na Figura 6. Observa-se um grande indicativo de estabilidade através do índice K muito negativo; LI positivo; valores pouco significativos do índice TT; CAPE e CIN quase nulos; e ainda uma camada de inversão de temperatura na camada 850/700 hPa nas três localidades (Paluch e Lenschow, 1991, Wood e Bretherton, 2006).

Os maiores valores do índice TT para o horário das 12 UTC foram os

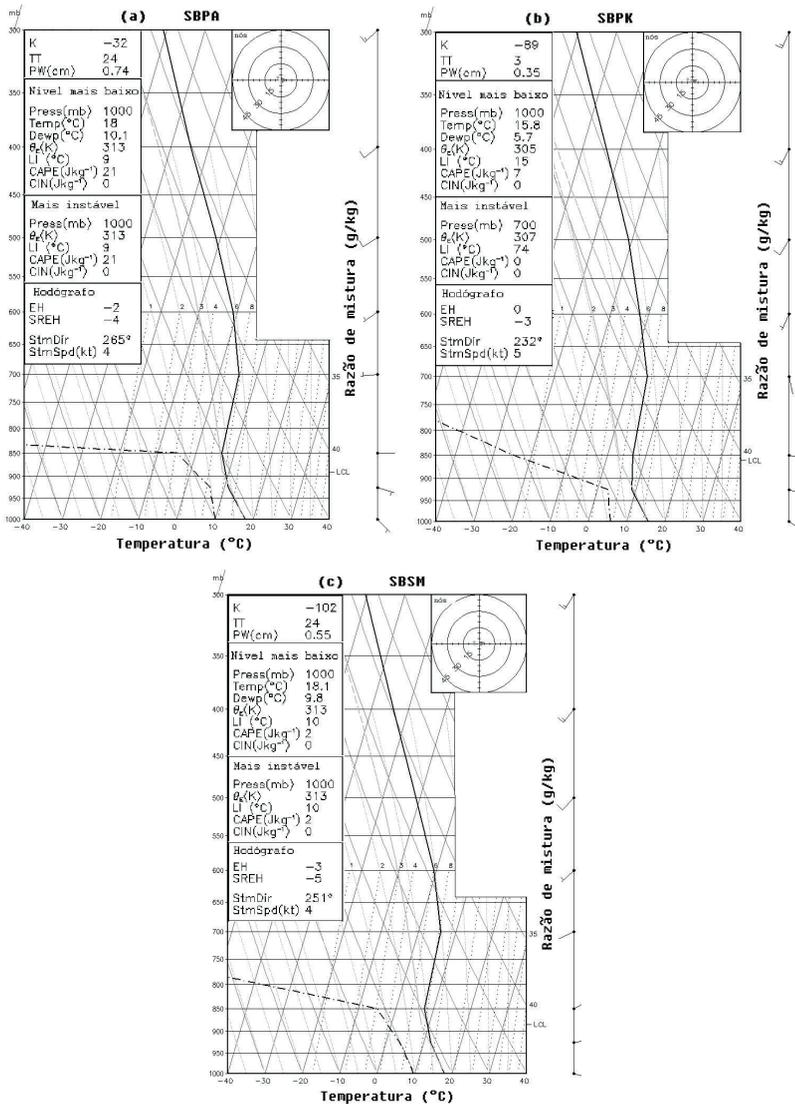


Figura 6. Perfis termodinâmicos das localidades de (a) Porto Alegre, (b) Pelotas e (c) Santa Maria, relativos às 12 UTC do dia 11 de dezembro de 2005. Linhas contínuas representam perfil vertical de temperatura e linhas traço-ponto representam temperatura do ponto de orvalho.

de Porto Alegre (Figura 6a) e Santa Maria (Figura 6c), ambos 24. Isso está de acordo com o comportamento dos perfis de temperatura do ar e temperatura do ponto de orvalho dessas duas localidades, que indicavam uma camada úmida levemente mais espessa que em Pelotas (Figura 6b). Em contrapartida, Pelotas acusou uma camada de inversão de temperatura ligeiramente mais espessa que as demais localidades consideradas. Houve, portanto, condições favoráveis para a formação e persistência da convecção rasa tanto nas localidades próximas à costa (Pelotas e Porto Alegre) quanto do interior (Santa Maria).

Dados de METAR mostraram nebulosidade rasa atuante em Porto Alegre e Pelotas ao longo de todo o dia, com a base das nuvens entre 800 e 1200 metros de altura, cobrindo entre 3 e 4 oitavos do céu. Em Santa Maria, os dados acusaram presença de nebulosidade rasa a partir das 12 UTC do dia 11, com a base das nuvens em torno de 1000 metros e cobrindo entre 1 e 2 oitavos. Dessa forma, torna-se evidente o deslocamento da nebulosidade rasa, disposta no padrão de células abertas (Hubert, 1966 *apud* Agee et al, 1973; Atkinson e Zhang, 1996), do litoral para o interior do Rio Grande do Sul.

A combinação da presença de uma pronunciada crista em altos níveis e seu lento deslocamento contribuiu para manter a intensidade da alta pressão migratória (1020 hPa) e seu lento deslocamento em baixos níveis (Figura 4), além de um suporte à expansão de áreas de subsidência de ar na direção da Região da Confluência. Esses fatos aliados à ausência de intensos núcleos de corrente de jato (Figura 5) sobre as regiões em questão e ainda a presença de processos de mistura turbulenta de ar na região de gradiente de TSM e ventos do quadrante Sudeste e do setor Leste sobre a Confluência (Figura 4) favoreceram uma advecção mais efetiva da convecção rasa sobre o Rio Grande do Sul.

4. Considerações finais e conclusões

Este estudo mostrou que, no dia 11 de dezembro de 2005, o escoamento do ar frio sobre a Região da Confluência Brasil-Malvinas (a favor do gradiente de temperatura da superfície do mar localizado nela) gerou desestabilização da massa de ar em baixos níveis, o que favoreceu a convecção rasa. A camada de ar úmido bem misturado que se desenvol-

veu sobre a região quente da Confluência deu origem a nuvens dos tipos estratiforme e cumuliforme, formadas a partir da presença de convecção rasa. Eventos de advecção de nebulosidade rasa frequentemente causam precipitação de fraca intensidade sobre o continente. Tal fato torna esse fenômeno importante, uma vez que o processo de convecção rasa sobre a CBM não é bem representado atualmente pelos modelos de Previsão Numérica do Tempo, comprometendo o prognóstico.

Conseguiu-se mostrar na presente análise que a advecção de nebulosidade rasa sobre o Sul do Brasil depende de dois fatores. Primeiro, a posição do centro do anticiclone transiente em relação ao Rio Grande do Sul, em que, no caso do dia 11 de dezembro de 2005, a borda norte da alta pressão esteve localizada ao sul desse Estado. Segundo, a direção do escoamento promovido pelo anticiclone transiente em relação à Confluência Brasil-Malvinas e em relação ao Rio Grande do Sul, que no caso estudado aqui variou da direção Sudeste até a direção Leste ao longo do referido dia.

Foi possível visualizar, através de perfis termodinâmicos e índices de instabilidade, a camada de ar úmido e instável em baixos níveis e a espessa camada seca e estável acima, necessárias para a formação e persistência da convecção rasa. Além disso, foi possível acompanhar, por meio de dados de METAR, a incursão da nebulosidade rasa da costa até o interior do Estado.

Uma climatologia dos eventos de advecção de nebulosidade rasa ocorridos sobre o Sul do Brasil entre 2005 e 2010 foi construída recentemente e auxiliará na previsibilidade do fenômeno.

5. Referências

ACEVEDO, O.; PEZZI, L. P.; SOUZA, R. B.; ANABOR, V.; DEGRAZIA, G. A. Atmospheric Boundary Layer Adjustment to the Synoptic Cycle at the Brazil-Malvinas Confluence, South Atlantic Ocean. **Journal of Geophysical Research**, 115: D22107, DOI:10.1029/2009JD013785, 2010.

AGEE, E. M.; CHEN, T. S.; DOWELL, K. E. A review of mesoscale cellular convection. **Bulletin American Meteorological Society**, 54, 10: 1004-1012, 1973.

ATKINSON, B. W. **Mesoscale Atmospheric Circulation**. Academic Press, San Diego, California, 1981.

ATKINSON, B. W.; ZHANG, J. W. Mesoscale shallow convection in the atmosphere. **Reviews of Geophysics**, 34, 4: 403-431, 1996.

COMSTOCK, K.; BREHERTON, C. S.; YUTER, S. E. Mesoscale variability and drizzle in Southeast Pacific Stratocumulus. **Journal of the Atmospheric Sciences**, 62: 3792-3807, 2005.

FAIRALL et al. Cool skin and warm layer effects on sea surface temperature. **Journal of Geophysical Research**, 101: 1295-1308, 1996.

GARREAUD, R. D. Cold air incursions over subtropical South America: Mean structure and dynamics. **Monthly Weather Review**, 128: 2544-2559, 2000.

HUBERT, L. F. Mesoscale cellular convection. **Meteorological Satellite Laboratory Report**. 37, Washington D.C., 68p, 1966.

KALNAY et al. The NCEP/NCAR-40-year reanalysis project. **Bulletin of American Meteorology Society**, 77: 437-470, 1996.

LIMA, L. C. E.; SATYAMURTY, P. Um estudo observacional da formação e trajetória de Anticiclones Extratropicais na América do Sul. In: VII Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2: 706-710, 1992. **Anais...**, 1992.

MAHRT, L. Surface heterogeneity and vertical structure of the

- Boundary Layer. **Boundary-Layer Meteorology**, 96: 33-62, 2000.
- PAINEMAL et al. Southeast Pacific Stratocumulus: High Frequency Variability and Mesoscale Structures over San Felix Island. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, 49, 3: 463-477, 2010.
- PALUCH, I. R.; LENSCHOW, D. H. Stratiform Cloud Formation in the Marine Boundary Layer. **Journal of the Atmospheric Sciences**, 48: 2141-2158, 1991.
- PASTOR et al. Torrential rains on the Spanish Mediterranean Coast: Modeling the effects of the sea surface temperature. **Journal of Applied Meteorology**, 40: 1180-1195, 2001.
- PEZZA, A. B. **Ondas de Frio na América do Sul e as Trajetórias dos Ciclones e Anticiclones Extratropicais**. **Climatologia Sinótica**. Tese de Doutorado. IAG/USP, 2003.
- PEZZI et al. Ocean atmosphere in situ observations at the Brazil-Malvinas Confluence Region. **Geophysical Research Letters**, 32: L22603, DOI:10.1029/2005GL023866, 2005.
- PEZZI et al. Multilayer measurements of the oceanic and atmospheric boundary layers at the Brazil-Malvinas Confluence Region. **Journal of Geophysical Research**, 114, doi:10.1029/2008JD011379, 2009.
- REYNOLDS et al. An improved in situ and satellite SST analysis for climate. **Journal of Climate**, 15: 1609-1625, 2002.
- SCHLÜESSEL et al. On the bulk-skin temperature difference and its impact on satellite remote sensing of sea surface temperature. **Journal of Geophysical Research**, 95(C8): 13341-13356, DOI:10.1029/JC095iC08p13341, 1990.
- SKYLLINGSTAD et al. Effects of mesoscale sea surface temperature fronts on the marine atmospheric boundary layer. **Boundary-Layer Meteorology**, 123: 219-237. DOI 10.1007/s10546-006-9127-8, 2007.
- STEVENS et al. Pockets of open cells and drizzle in marine stratocumulus. **Bulletin of American Meteorological Society**, 86, 1: 51-57, 2005.

TOKINAGA, H.; TANIMOTO, Y.; XIE, S.-P. SST-Induced Surface Wind Variations over the Brazil-Malvinas Confluence: Satellite and In Situ Observations. **Journal of Climate**, 18: 3470-3482, 2005.

WOOD, R.; BRETHERTON, C. S. On the relationship between stratiform low cloud cover and lower-tropospheric stability. **Journal of Climate**, 19: 6425-6432, 2006.

WOOD, R.; HARTMANN, D. L. Spatial variability of liquid water path in marine low cloud: The importance of mesoscale cellular convection. **Journal of Climate**, 19, 9: 1748-1764, 2006.

Submetido em: 31/03/2011

Aceito em: 01/07/2011