

PADRÕES DE CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA ASSOCIADOS A OCORRÊNCIA DE NEVE NO SUL DO BRASIL EM JULHO DE 2000

Márcia Vetromilla Fuentes¹ e Jefferson Cardia Simões²

RESUMO

Nesse trabalho foram avaliados eventos de neve no RS e SC em julho de 2000. O estudo consistiu nas análises sinótica e dinâmica obtidas dos dados do NCEP/NCAR. Os resultados sugerem uma nova perspectiva para o serviço operacional de previsão de neve no Brasil.

ABSTRACT

In this paper snow events had been evaluated in RS and SC in July 2000. The study consisted of the synoptical and dynamic analysis of the NCEP/NCAR data. The results suggest a new perspective for the operational service of snow forecast in Brazil.

Palavras-Chave: Neve; Previsão de Tempo; Friagem

INTRODUÇÃO

As ocorrências de neve nas Serras do Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC) possuem, segundo SOUZA (1997), regime ordinário uma vez que ocorrem uma ou mais vezes durante o ano. No entanto essas ocorrências, em geral, estão restritas as áreas mais elevadas do Planalto Serrano desses estados, acima de 1000 metros. Em áreas de altitudes menores o regime é marginal ou esporádico. A previsibilidade de evento de neve pode significar um melhor planejamento não só dos setores turísticos das localidades afetadas, mas, sobretudo das defesas civis dos municípios e do estado, uma vez que o fenômeno constitui uma ameaça para atividades como transporte terrestre, ocasionado pelo congelamento de pista, bem como aumentam os riscos de morte por hipotermia.

Poucos estudos como os de SOUZA (1997 e 2002) tentam explicar os padrões atmosféricos reinantes em condições de precipitações nivais no Brasil, esses em particular associam a ocorrência da neve ao deslocamento continental da Alta Polar. SATYAMURTY *et al.* (1990) realizaram um dos primeiros estudos no sentido de tentar explicar as causas da ocorrência de um episódio de neve nas serras sul-riograndenses e catarinense. Nesse estudo episódico, os autores enfatizam a presença de

¹ - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências - Núcleo de Pesquisas Antárticas e Climáticas.
e-mail: marciaf@cefetsc.edu.br

² - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências - Núcleo de Pesquisas Antárticas e Climáticas.
e-mail: jefferson.simoese@ufrgs.br

cavados de mesoescala na retaguarda do sistema frontal induzindo a instabilidade do ar e reforçando, de forma decisiva, a ascensão orográfica.

No presente estudo é feita uma análise sinótica e dinâmica de eventos de neve ocorridos no período de 11 a 13 de julho de 2000. Dezesesseis municípios de SC e RS apresentaram precipitação nival neste período, inclusive áreas da faixa litorânea do RS onde o evento foi registrado pela primeira vez. Os resultados obtidos nesse trabalho demonstram a importância da análise de algumas variáveis e níveis atmosféricos não usualmente analisados por previsores de tempo.

DADOS E METODOLOGIA

Os dados utilizados no presente estudo foram obtidos a partir da reanálise do modelo de previsão de tempo do *National Center for Environmental Prediction* (NCEP)/*National Center for Atmospheric Research* (NCAR) para o período de 11 a 13 de julho de 2000, disponível em

www.cdc.noaa.gov/cdc/reanalysis/reanalysis.shtml. Além desses dados foram analisadas as imagens do satélite GOES-8 no canal infravermelho (IR). Em HOSKINS (1978) uma descrição detalhada do método da Divergência do Vetor Q (DVQ) é apresentada, no entanto citamos abaixo a definição desse

cálculo aplicada neste estudo: $\sigma \left(\nabla^2 + \frac{f_0^2}{\sigma} \frac{\partial^2}{\partial p^2} \right) \omega = -2 \nabla \cdot \vec{Q}$, onde f_0 é o parâmetro de coriolis

constante e σ é o parâmetro de estabilidade estática. A convergência de \vec{Q} ($\nabla \cdot \vec{Q} > 0$) significa movimento vertical ascendente ($\omega < 0$) e a DVQ significa movimento vertical subsidente.

O CASO DO DIA 11 DE JULHO DE 2000

A imagem do satélite GOES-8, os campos de Pressão ao Nível Médio do Mar (PNMM) e Altura Geopotencial (Z) em 500 mb, FIGs. 1a-c, mostram uma região de nebulosidade sobre grande parte das regiões sul, sudeste e centro-oeste do Brasil associada a formação de um ciclone extratropical, situado em 33°S/48°W, e a formação de uma frente fria. O Anticiclone Polar que acompanhava esse sistema apresentou deslocamento marítimo, mesmo assim ele estava muito intenso, 1045 mb de pressão e anomalia de 25 mb, em seu centro sobre a Argentina. A experiência sinótica demonstra que estes anticiclones, por sua natureza extrema, são responsáveis por queda brusca de temperatura em áreas amplas, independente de seus deslocamentos. Mas se esse anticiclone foi o responsável por esta queda acentuada da temperatura certamente não o foi pela precipitação. Neste sentido, o ciclone ou a própria banda frontal desempenha papel fundamental na ocorrência de precipitação de neve.

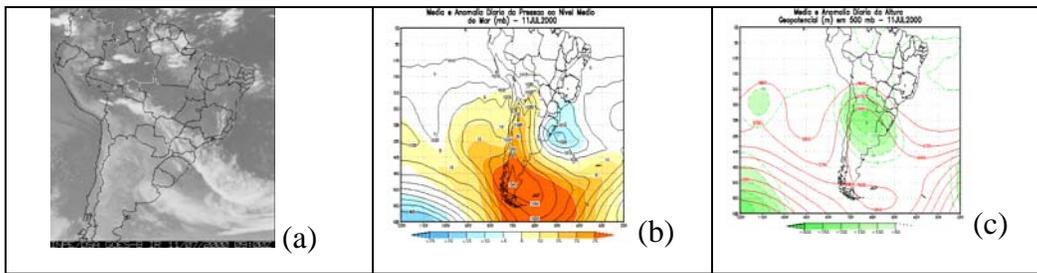


FIGURA 1 – (a) Imagem do Satélite GOES- 8 – 09:00 TMG; (b) Anomalia e PNMM e (c) Anomalia e Z – Nível de 500 mb no dia 11/07/2000.

As FIG. 2a-c mostram os padrões associados de circulação nos baixos, médios e altos níveis da atmosfera e os movimentos verticais, dados pela DVQ. Nota-se que o movimento vertical associado à região de alta pressão é subsidente, enquanto as áreas próximas ao ciclone ou nas áreas de convergência frontal é que encontramos o movimento vertical ascendente, em escala sinótica, responsável pela formação de nebulosidade. Os campos acima mostram que o ciclone está presente em todos os níveis e que o movimento vertical ascendente, DVQ negativo, ocorre especialmente no setor equatorial do ciclone, tanto no nível de 700 quanto de 500 mb. A sudoeste do mesmo movimento vertical acontece especialmente nos níveis mais baixos. Nesse primeiro dia a neve foi registrada em Caçador e Lebon Régis, cidades localizadas no meio-oeste de Santa Catarina. As temperaturas (T) em 850 mb e Umidade Relativa (UR) durante o dia 11 de julho, não apresentadas aqui, mostram altos índices de UR , acima de 80%, associados a formação da banda frontal e declínio de T . A T , na área de ocorrência de neve, só passou a ser negativa, para esse nível da atmosfera, a partir das 18 horas, o que demonstra que a neve deve ter ocorrido apenas no período noturno.

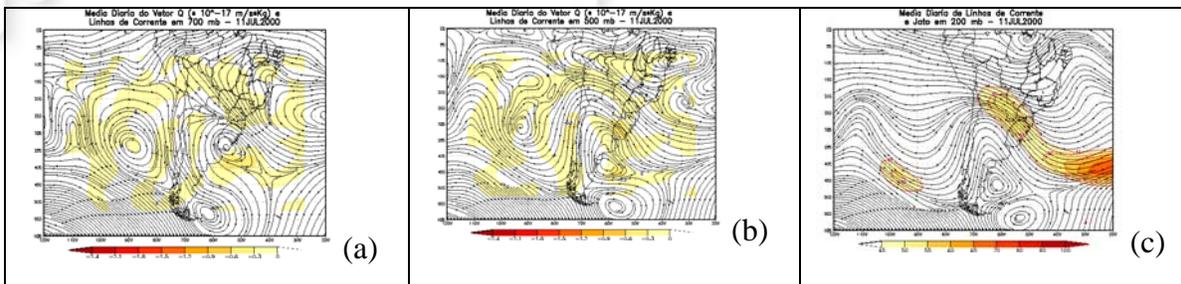


FIGURA 2 – Média Diária da DVQ e LC em (a) 700 mb e (b) 500 mb, e (c) Jato e LC em 200 mb, no dia 11/07/2000.

Os campos descritos acima mostram claramente que a massa de ar frio já havia atingido a área oeste dos estados da região sul, mas a área mais a leste ainda estava sobre o domínio de temperaturas acima de 0°C em 850 mb, portanto as condições para a precipitação de neve nessas áreas eram menores. Esta situação mostra claramente o papel importante tanto do Anticiclone Polar, pelo seu poder de reduzir bruscamente as temperaturas, como também o papel essencial de um mecanismo que

gere o movimento vertical ascendente em áreas com altos valores de UR . Neste caso, em particular, a neve registrada nas localidades de Caçador e Lebon Régis estavam associadas à banda frontal que pode ser reconhecida na imagem de satélite mostrada na FIG. 1a.

OS CASOS DOS DIAS 12 E 13 DE JULHO DE 2000

No dia de 12/07/2000 quinze municípios do estado do RS e SC experimentaram um dia gelado e com ocorrência de neve. Esta atingiu além das áreas serranas, o sudoeste do RS, o litoral norte desse estado, oeste e meio-oeste de SC.

O Anticiclone Polar já estava em deslocamento para o Oceano Atlântico com centro em $45^{\circ}W/50^{\circ}S$. No entanto, uma “bolha” de Alta Pressão Continental avançou pelo flanco oeste do continente e continuou a baixar as temperaturas até latitudes tropicais, causando o fenômeno conhecido popularmente como “friagem”. O ciclone extratropical permaneceu quase na mesma região, no entanto um pouco mais intenso com centro de 1008 mb, em superfície. A anomalia de Z , em 500 mb, esteve em torno de 200 mgp, localizado à oeste do ciclone em superfície, o que mostra que o sistema ainda não havia alcançado a sua fase madura. A presença do ciclone, nesta posição, favoreceu a entrada do Anticiclone Continental a oeste, através de fortes ventos de sul e sudoeste, verificados nesta área em todos os níveis da atmosfera. A banda frontal já se encontrava sobre o estado de SP. Nesse caso, fica claro que a atuação da frente fria não foi responsável pelo mecanismo gerador da neve. A própria região da Alta Continental que avançou pelo o oeste do continente poderia gerar alguma nebulosidade baixa associada à instabilidade condicional. Mas, provavelmente, não o suficiente para causar a neve, visto que este tipo de instabilidade está relacionado a nuvens do tipo *cumulus humilis* (VIANELLO, 1991).

A investigação avançou no sentido de detectar o papel do ciclone extratropical na formação de nebulosidade e precipitação de neve, durante este caso. Nossa hipótese é de que o próprio ciclone seja o responsável pelo movimento vertical de escala sinótica e mesoescala sobre as áreas em estudo. A DVQ, não apresentada neste artigo, mostrou que o movimento vertical ocorreu tanto na área do sistema frontal, setor nordeste do ciclone extratropical, como também no lado sudoeste do mesmo, embora ele seja evidentemente mais intenso no lado equatorial. Dos quatorze municípios que registraram neve no dia 12, dez estavam localizados nas áreas serranas do RS e SC e parte no meio-oeste de SC, por isso resolveu-se refinar a análise em uma área pequena localizada entre as latitudes de $27^{\circ}S/29,1^{\circ}S$ e as longitudes de $49,8^{\circ}W/52^{\circ}W$. Nessa área foi calculada a média da DVQ para vários níveis da atmosfera, a fim de identificar o perfil vertical médio.

A FIG. 3 mostra os perfis verticais da DVQ média para essa área, nesta figura é possível identificar os horários e níveis nos quais o movimento vertical foi ascendente. Percebe-se que estes movimentos verticais foram mais intensos entre 00 e 06 TMG e ocorreram predominantemente entre a baixa e média troposfera. Nesse período, sem dúvida a formação de nebulosidade gerada por movimento vertical foi mais propícia.

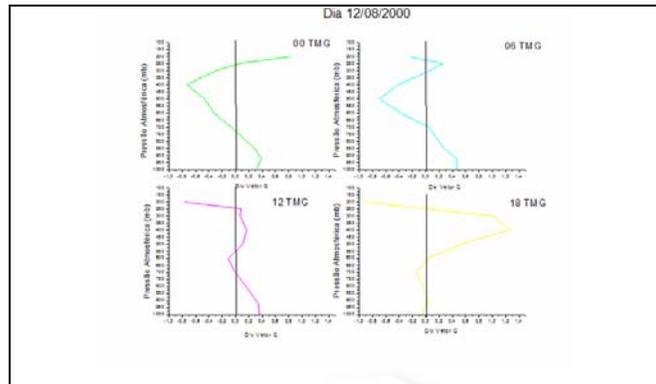


FIGURA 3 – Perfil Vertical da DVQ para os horários das 00, 06, 12 e 18 TMG em 12/07/2000.

Os campos de média e anomalia de T para os níveis de 850 e 700 mb, não apresentados aqui, mostram que naquele dia a massa de ar frio já havia invadido boa parte do continente sul-americano e que as temperaturas, em 850 mb, estavam abaixo de 0°C para toda a área onde ocorreu a neve. Os campos de anomalia de T mostram que essas temperaturas estavam mais de 11°C abaixo do normal para aquele dia do ano. Em 700 mb, as temperaturas apresentavam valores abaixo dos 3°C negativos. O perfil de T média para a área em estudo mostrou que a T média é negativa desde os baixos níveis da atmosfera e que nos níveis onde o movimento vertical é ascendente a temperatura variou entre 5°C e 20°C negativos. Os campos de UR mostraram altos índices, acima de 80%, no setor oeste do ciclone extratropical, onde a predominância é de ventos de sudoeste que saem da região oceânica e chegam às áreas de ocorrência da neve, e as temperaturas estavam abaixo de zero desde os baixos níveis, durante todo o período.

A análise do dia 12/08/2000 mostra que o mecanismo responsável pela formação de nuvens e conseqüente ocorrência de neve estava associado não só a entrada do anticlone polar, como SOUZA (1997) sugere, mas também fortemente ligado à presença do ciclone extratropical que induziu o movimento vertical de escala sinótica, auxiliou na advecção de frio, feita pelos ventos de sudoeste, e também desempenhou papel relevante no aumento de umidade no seu flanco oeste.

No dia 13 a neve voltou a ocorrer, desta vez a área atingida abrangeu mais o Estado do RS, não só as áreas serranas, mas também as cidades de Torres e Porto Alegre. Em SC nevou apenas em São Joaquim. Neste dia verificou-se que o ciclone extratropical deslocou-se para o sul com centro em

43°S/45°W, os valores de pressão no centro do ciclone intensificaram e atingiram os 995 mb, esse sistema apresenta anomalia de Z em 500 mb na mesma localização da baixa pressão em superfície, o que demonstra que o sistema chegou a sua fase madura. O Anticiclone Continental, com valores de pressão de 1035 mb, avançou sobre toda a região sul, centro-oeste e sudeste. O movimento vertical, associado ao setor oeste do ciclone extratropical deslocou-se para o sul concentrando-se na área leste do RS, especialmente nos níveis de 700 e 500 mb. Esse caso é muito similar ao do dia anterior, exceto pela localização do ciclone que está mais ao sul.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os casos apresentados mostram claramente que existem mais de um padrão para a ocorrência de precipitação nival nos estados da Região Sul do Brasil. O primeiro deles demonstra que a neve pode ocorrer por ocasião da passagem da frente fria desde que haja um mecanismo de queda brusca de temperatura e isoterma abaixo de 0°C já nos níveis inferiores da atmosfera. Um segundo padrão é encontrado quando a massa de ar polar passa a atuar e a presença do ciclone extratropical é responsável pelo movimento vertical ascendente, bem como pela advecção de umidade proveniente do Oceano Atlântico. Nesses casos onde o ciclone é responsável pela precipitação nival parece que a abrangência do fenômeno é bem maior. A análise dos dias 12 e 13 de julho mostram que a posição do ciclone é determinante para definir a área de abrangência do fenômeno. Esse estudo mostra claramente a necessidade, no caso de previsão de neve, de avaliação de níveis como os de 850 e 700 mb, principalmente no que se refere aos índices de umidade que se mostraram acima de 80%, valores de temperatura que estiveram abaixo de 0°C, desde os níveis inferiores da atmosfera, e o movimento vertical ascendente, que ocorre em especial entre os baixos e médios níveis da atmosfera, e podem ser detectados através da DVQ no nível de 700 mb.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HOSKINS, B. J.; DRAGUICI, I.; DAVIES, H. C.. A new look at the omega-equation. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 104, n. 439, p.31-38, 1978.
- SATYAMURTY, P.et al. A primeira friagem de 1990: uma descrição sinótica. **Climanálise**, v. 5, n. 5, 1990.
- SOUZA, R.O. **A Ocorrência de Neve em Planaltos Subtropicais**. 1997. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Geografia, Departamento de Geografia, USP, São Paulo, 1997.
- SOUZA, R.O. **Caracterização dos Invernos no Sul do Brasil em Função dos Dias de Neve e da Participação das Massas de Ar**. 2002. 148 f. Tese (Doutorado) - Geografia, Departamento de Geografia, USP, São Paulo, 2002.
- VIANELLO, R.L. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1991. 448 p.