

Abrangência espacial da neve em Santa Catarina, Brasil, nos dias 22 e 23 de julho de 2013

Snow coverage in Santa Catarina, Brazil, on July 22-23 2013

Laís Gonçalves Fernandes¹, Maikon Passos A. Alves², Adilson Zamparetti³, Márcia Vetromilla Fuentes⁴ e Daniel Pires Bitencourt⁵

¹Mestranda em Oceanografia, Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis, Brasil
laisgfernandes@gmail.com

²Mestrando em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil
maiconpassos@gmail.com

³Engenheiro Civil, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina / Centro Integrado de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia (EPAGRI/CIRAM), Florianópolis, Brasil
adilsonz@epagri.sc.gov.br

⁴Doutora em Geociências, Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil
marciaf@ifsc.edu.br

⁵Doutor em Física, Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho, Florianópolis, Brasil
daniel.bitencourt@fundacentro.gov.br

Resumo

O fenômeno neve em Santa Catarina ocorre entre os meses de abril e setembro, com maior frequência em julho e agosto. Eventualmente, a neve é espacialmente mais abrangente e atinge áreas do Estado que normalmente não registram este fenômeno. Este trabalho tem como objetivo documentar a abrangência do evento de neve ocorrido entre os dias 22 e 23 de julho de 2013. A análise é confrontada com o relevo do Estado. Para tanto, utilizou-se dois mapas do Sistema de Informações Geográficas, mostrando os municípios em que o fenômeno foi observado e a distribuição espacial da neve em relação ao relevo. Uma análise adicional é realizada utilizando campos de temperatura do ar observados e simulados numericamente para o período que efetivamente ocorreu neve. Os resultados mostraram que 126 municípios registraram neve com localização em todas as mesorregiões do Estado. Constata-se que, com a abrangência espacial de 64 %, incluindo a região litorânea, o evento de neve dos dias 22 e 23 de julho de 2013 é o mais intenso e espacialmente abrangente já registrado no Estado de Santa Catarina.

Palavras-chave: Neve. Altitude. Relevo. Temperatura.

Abstract

Snowfall in Santa Catarina (SC) occurs from April to September with more often in July and August. Eventually, the snow cover is wider and reaches areas where it is not common. This paper aims to substantiate the snow coverage in SC on July 22-23 2013. This analysis is confronted with terrain of SC state. For this, it was used two maps of the Geographic Information System (GIS), showing the cities where had snow and the distribution of these cities relative to terrain. An additional analysis was made using observed and simulated air temperature fields for the period of snowfall. The snow was registered in 126 cities localized in all mesoregions of state. We have found that, with snow coverage of 64 %, including coastal regions, the event on July 22-23 2013 was the more intense and extensive snowfall registered until now.

Keywords: Snow, Altitude. Terrain. Temperature.

1 INTRODUÇÃO

O relevo de Santa Catarina (SC) é descrito por Peluso Jr. (1986, p.8) da seguinte forma: “o território catarinense caracteriza-se por apresentar um altiplano levemente inclinado para oeste e uma área que se desenvolve da borda do planalto até o mar, conhecidos, respectivamente, por Região do Planalto e Região do Litoral e Encostas”. Grande parte do Oeste e Meio Oeste, tem altitudes superiores a 800 metros e no Planalto estas altitudes podem ultrapassar 1000 m. Portanto, o estado de SC é caracterizado pela existência de terreno complexo, onde as condições de tempo e clima são muito peculiares, muitas vezes, associadas a este terreno.

Por estar situado em latitudes médias, SC também apresenta alterações de tempo devido à constante passagem de frentes frias. De acordo com Rodrigues *et. al.* (2004) são em torno de 4 frentes frias por mês. Estes sistemas estão associados aos ciclones extratropicais que também influenciam de forma direta o tempo no estado e apresentam sua maior frequência durante o inverno (GAN e RAO, 1991; SINCLAIR, 1994, 1995; MENDES *et al.*, 2010). Além desses sistemas meteorológicos, há as massas de ar frio que atuam logo a seguir das frentes frias, os vórtices ciclônicos de altos níveis, entre outros.

Por ocasião das incursões de intensas massas de ar frio, podem ocorrer nevadas no estado catarinense (ESCOBAR *et al.* 2006). A precipitação nival em SC ocorre entre abril e setembro, com maior frequência nos meses de julho e agosto. Estas nevadas apresentam um regime ordinário na Região Serrana, uma vez que ocorrem uma ou mais vezes durante o ano. Em cotas altimétricas entre 900 e 600 m, as nevadas apresentam um regime marginal e abaixo de 600 m são episódicas ou esporádicas, ou seja, muito raras (SOUZA, 1997; SCHIMTZ, 2007; FUENTES, 2009). De acordo com Weber e Nascimento (2011), a

região Sul do Brasil é uma das poucas regiões no mundo onde ocasionalmente tem-se o registro de neve em latitudes e altitudes relativamente baixas.

Os estudos de nevadas no Brasil possuem uma séria limitação de registros, segundo Fuentes (2009) os únicos dados reportados nestes episódios são os das ocorrências do fenômeno somente em estações meteorológicas convencionais. Registros tais como intensidade, volume e horário da ocorrência de precipitação nival não são reportados. Atualmente, a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), através do Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM), é responsável pela rede observacional em SC. Esta rede é composta por 15 estações meteorológicas convencionais distribuídas em todas as regiões do estado. O avanço tecnológico na transmissão dos dados proporcionou nos últimos anos um aumento do número de estações meteorológicas automáticas em substituição às estações convencionais, porém este tipo de estação não registra a ocorrência de neve. Desde o início da década de 90, com intuito de ampliar o registro das nevadas, a EPAGRI/CIRAM confirma a ocorrência do fenômeno para todos os municípios catarinenses, através de fotos publicadas pela imprensa e por órgãos públicos municipais e estaduais.

Eventos de neve com ampla abrangência no estado de SC, incluindo as Regiões Sul, a Grande Florianópolis e o Vale do Itajaí, como o ocorrido entre os dias 22 e 23 de julho de 2013, são eventos do tipo esporádico, portanto muito raros. É possível que eventos similares a este tenham ocorrido anteriormente (MENDONÇA e HERMANN, 2014), no entanto, estes registros pregressos continuarão sendo negligenciados cientificamente pela não existência de um registro oficial do evento neve. Certamente, com a atual tecnologia, onde grande parte da população possui câmeras digitais que

enviam imagens e vídeos quase instantaneamente para as redes sociais na internet, as informações sobre as condições de tempo, tais como o fenômeno neve, poderão ser registradas na rede meteorológica brasileira com base neste tipo de fonte.

No contexto acima, o presente trabalho tem como objetivo principal documentar a abrangência espacial da nevada ocorrida entre os dias 22 e 23 de julho de 2013 no estado de SC, considerando às altitudes máximas de cada município onde foi confirmado o fenômeno. Uma análise adicional é realizada por meio dos campos de temperatura do ar, para o período de ocorrência da neve, compostos através de simulações numéricas. E observações de estações meteorológicas automáticas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A confirmação dos dados de ocorrência de nevada, entre os dias 22 e 23 de julho de 2013, foi realizada pela EPAGRI/CIRAM utilizando informações da sociedade civil em geral, que enviaram seus relatos e fotos por redes sociais ou via telefone, da Defesa Civil Estadual, de prefeituras e das diversas unidades da EPAGRI no estado de SC.

Utilizou-se o software ArcGIS, com projeção Universal Transversa de Mercator – UTM (1:500.000), fuso 22 sul e sistema de referência: SAD69, para a elaboração dos mapas político e hipsométrico dos municípios de SC onde ocorreram o fenômeno neve.

Na elaboração do mapa político dos municípios considerou-se a base de dados de ocorrência supracitada. Neste mapa, foi sobreposta a camada dos municípios, proveniente da Secretaria de Estado e Planejamento: Diretoria de Geografia e Cartografia e Mesorregiões do Estado, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Para o mapa hipsométrico dos municípios, utilizou-se os dados de altitude, do Modelo Digital de Elevação (SRTM) da "National Aeronautics and Space

Administration" (NASA). Neste mapa levou-se em consideração a altitude máxima de cada município onde nevou. As diferentes cores no mapa revelam as altitudes presentes em cada município, diferenciando os municípios que apresentam regiões com altitude entre 534 e 1000 m, entre 1001 e 1500 m e superior a 1500 m, sendo 1820 m a altitude máxima de SC, no município de Urubici, na região serrana.

A abrangência da nevada em cada uma das mesorregiões catarinense foi calculada considerando-se a área total do município que apresentou o registro de nevada, mesmo que somente uma pequena área do município tenha registrado o fenômeno.

Uma discussão adicional é realizada através da análise do campo de temperatura do ar para o período que efetivamente ocorreu neve em SC. Os primeiros registros ocorreram aproximadamente no final da tarde do dia 22 e finalizaram no início da manhã do dia 23 de julho de 2013.

Os campos de temperatura foram gerados por meio do modelo "Advanced Region Prediction System" (ARPS) (Xue et al., 2001) e sobrepostos com valores pontuais de temperatura do ar observados pela rede de estações meteorológicas automáticas da EPAGRI/CIRAM.

Com condições iniciais e de contorno (intervalos de 3 horas) do "Global Forecast System" (GFS) (resolução espacial de $1^\circ \times 1^\circ$), o ARPS foi primeiramente rodado para o período entre as 18 UTC do dia 22 e as 12 UTC do dia 23 de julho de 2013. Esta primeira rodada foi definida com uma grade horizontal de 143 pontos nas direções zonal e meridional e 53 níveis atmosféricos na vertical. O passo de tempo utilizado na integração foi de 6 seg e a resolução horizontal foi de 12 km, abrangendo o domínio entre $-58,75^\circ \text{W}$ e $-43,43^\circ \text{W}$ de longitude e entre $-34,96^\circ \text{S}$ e $-19,64^\circ \text{S}$ de latitude. Esta simulação gerou condições iniciais e de contorno em intervalos de 3 horas para simulações com uma grade horizontal mais refinada, com 213 pontos de grade e 3 km de espaçamento nas direções zonal e meridional.

Os campos utilizados para as análises são das 18 e 21 UTC do dia 22 e das 00, 03, 06 e 09 UTC do dia 23 de julho de 2013. A figura 1 apresenta o domínio da simulação de 3 km e a configuração do relevo interpolada pelo modelo. Notamos que a

altitude máxima do relevo interpolado pelo modelo é de 1610 metros. O campo de temperatura é obtido do nível mais próximo do solo (~ 10 m) e corrigido em + 0,05 °C para 1,5 m.

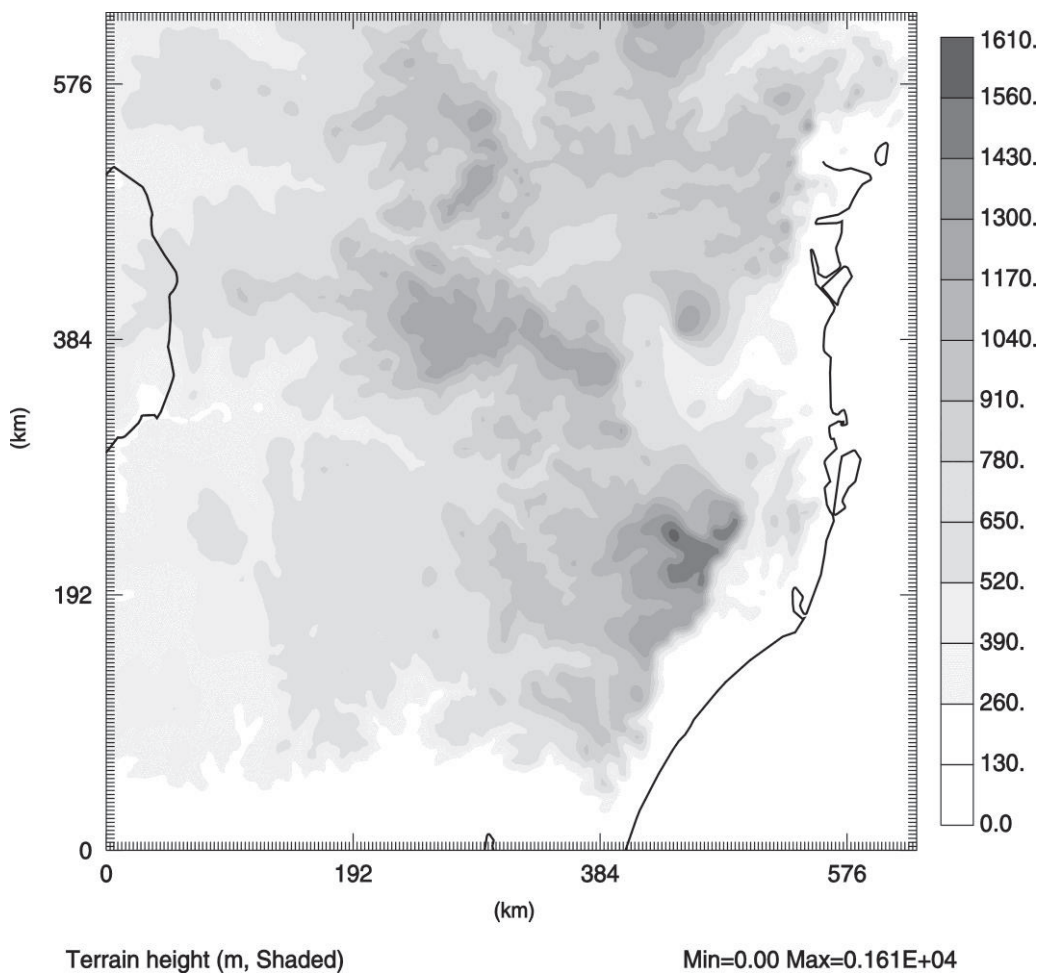


Figura 1- Domínio horizontal utilizado na simulação numérica do campo de temperatura do ar. Os tons de cinza representam o relevo (legenda em metros na direita do mapa) definido pelo ARPS com resolução de 3 km X 3 km

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A nevada dos dias 22 e 23 de julho de 2013 foi o episódio mais amplo de neve que se tem registro oficial no estado de SC, tendo ocorrido em todas as mesorregiões do estado (Figura 2), o fenômeno foi confirmado

em 126 municípios de Santa Catarina, o que torna este evento esporádico e histórico não apenas por sua abrangência espacial, mas especialmente porque este foi registrado nas Regiões Sul, Grande Florianópolis e Vale do Itajaí.

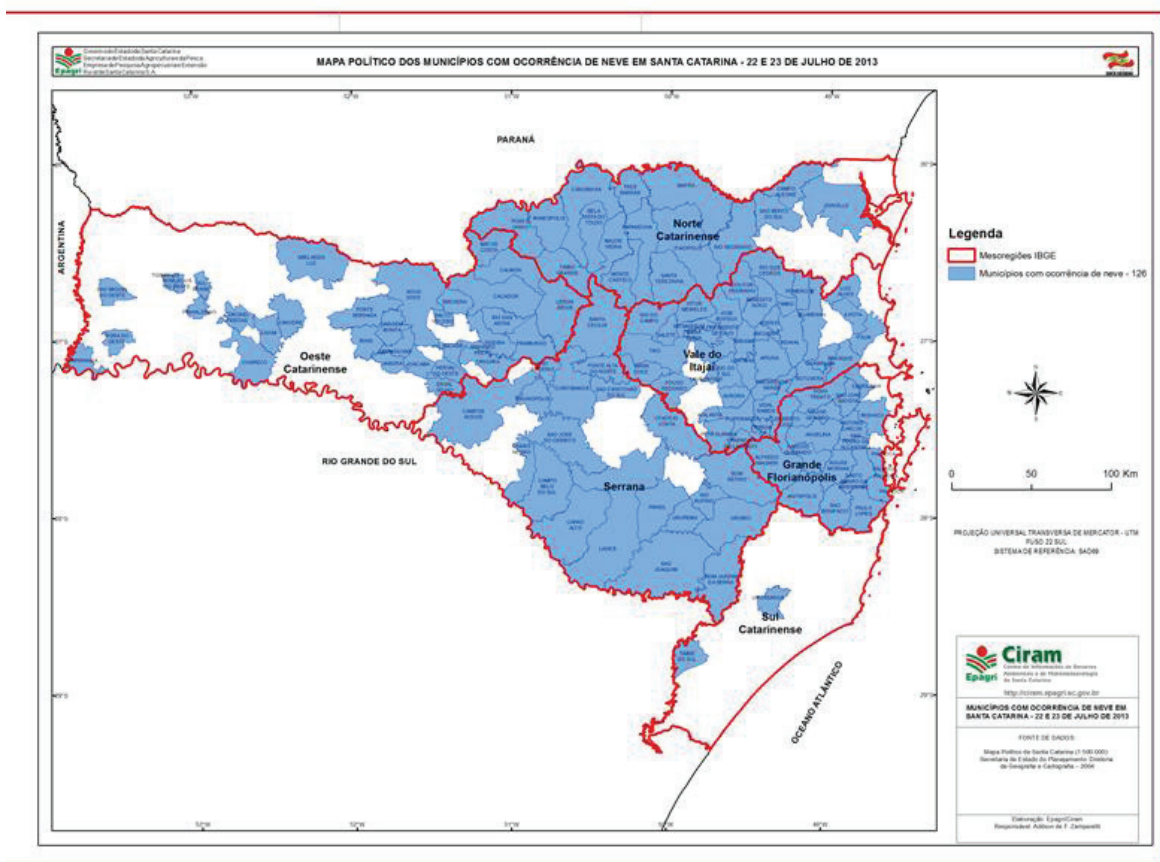


Figura 2 - Mapa político dos municípios com ocorrência de neve em Santa Catarina entre os dias 22 e 23 de julho de 2013

Os municípios com registro de neve ocupam uma área equivalente a 64 % da área total de SC, porém não é possível afirmar que a neve tenha ocorrido em toda a extensão do município. Notamos na tabela 1 que as mesorregiões Serrana e Norte Catarinense apresentaram porcentagens elevadas (79% e 83% da área total destas regiões, respectivamente), devido ao fato de essas áreas possuírem altitudes superiores a 1000 m e, portanto, com temperatura suficientemente baixa para a ocorrência do fenômeno. Entretanto, o fenômeno também

aconteceu de forma abrangente e expressiva em mesorregiões onde o registro da neve é muito pouco frequente, como o Vale do Itajaí (com ocorrência de neve em 83 % da área), a Grande Florianópolis (com ocorrência de neve em 86 % da área). Para esta última mesorregião foi a primeira vez que houve registro oficial de neve. No Oeste Catarinense, quase a metade (45 %) da mesorregião foi atingida pelo fenômeno, enquanto que a mesorregião Sul foi a menos atingida, com apenas 5 % da área total.

Tabela 1 - Percentual do somatório das áreas dos municípios que registraram neve em relação à área de cada mesorregião

Mesoregião de SC	Percentual (%) da área dos municípios atingidos pelo fenômeno neve
Oeste	45
Norte	79
Serrana	83
Vale do Itajaí	83
Grande Florianópolis	86
Sul	05

Avaliando a distribuição da neve em relação à altitude fica claro que a mesma ocorreu nas três formações principais do relevo catarinense: no planalto, na região litorânea e nas encostas (Figura 3). No planalto e nas encostas o fenômeno é mais frequente, porém neste episódio a

precipitação nival também ocorreu em municípios do litoral. A maior parte da região litorânea se encontra em altitudes próximas ao nível do mar, porém muitos municípios também apresentam morros que são prolongamentos das encostas com altitudes consideradas bastante elevadas.

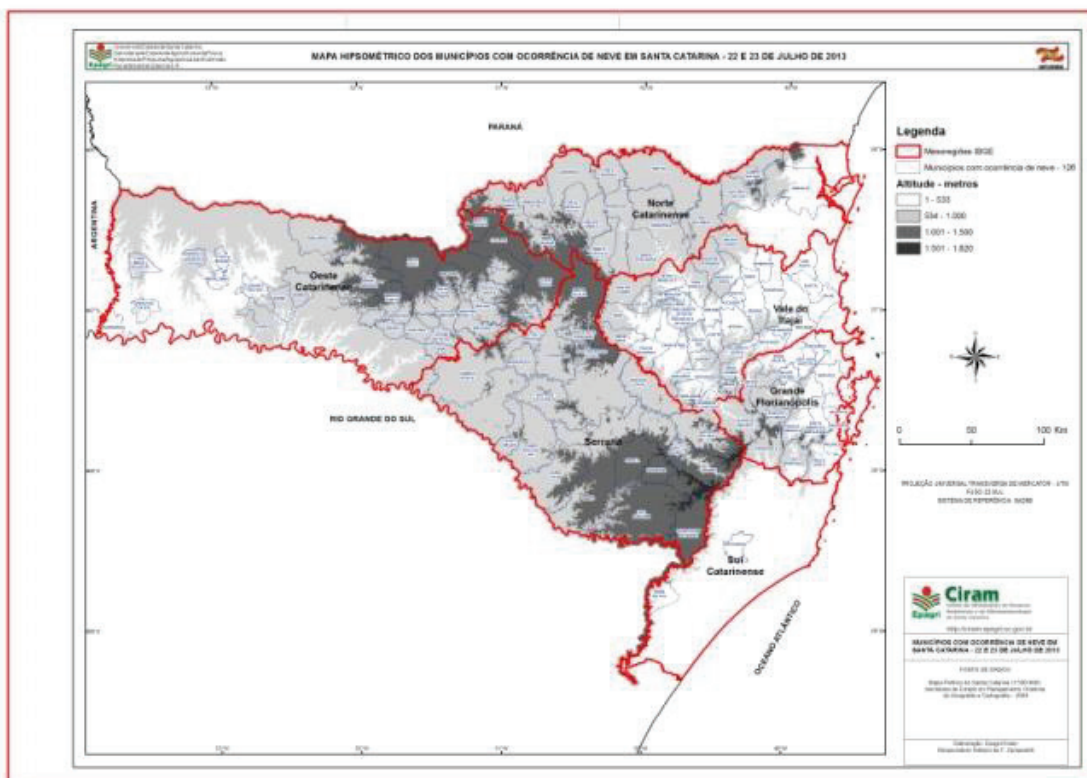


Figura 3 - Mapa compondo os municípios com registro de neve e a altitude, conforme legenda no canto superior/direito

A menor altitude máxima, onde ocorreu neve, é de 534 m no município de Itapiranga, no Oeste Catarinense. Entre os municípios que registraram a precipitação de neve, 32,5 % têm áreas com altitude entre 534 e 1000 m, 59,5 % áreas entre 1001 e 1500 m e apenas 8 % possuem altitudes superiores a 1500 m. A maior parte dos municípios com as altitudes superiores acima de 1500 m se encontram na Região Serrana e na Grande Florianópolis, com exceção do Município de Campo Alegre, que faz parte do Norte Catarinense.

O fato mais incomum foi o registro de neve na região litorânea, que engloba quatro mesorregiões distintas: Norte Catarinense, Vale do Itajaí, Grande

Florianópolis e Sul Catarinense. Urussanga, no Sul Catarinense, possui altitude máxima de 603 m. Já os municípios da Grande Florianópolis, tais como Paulo Lopes, Palhoça e Biguaçu apresentam valores mais elevados, 1290 m, 1266 m e 979 m, respectivamente. Nesta região, as encostas se prolongam em direção ao litoral, como se pode observar na Figura 3 e na imagem da Figura 4. No município de Itajaí, localizado na mesorregião do Vale do Itajaí com uma altitude máxima de apenas 547 m, também houve a confirmação do fenômeno neve. Já o município de Joinville, no Norte Catarinense, apresenta uma altitude máxima maior, de 1314 m, pois parte de sua área está inserida na Serra do Mar.

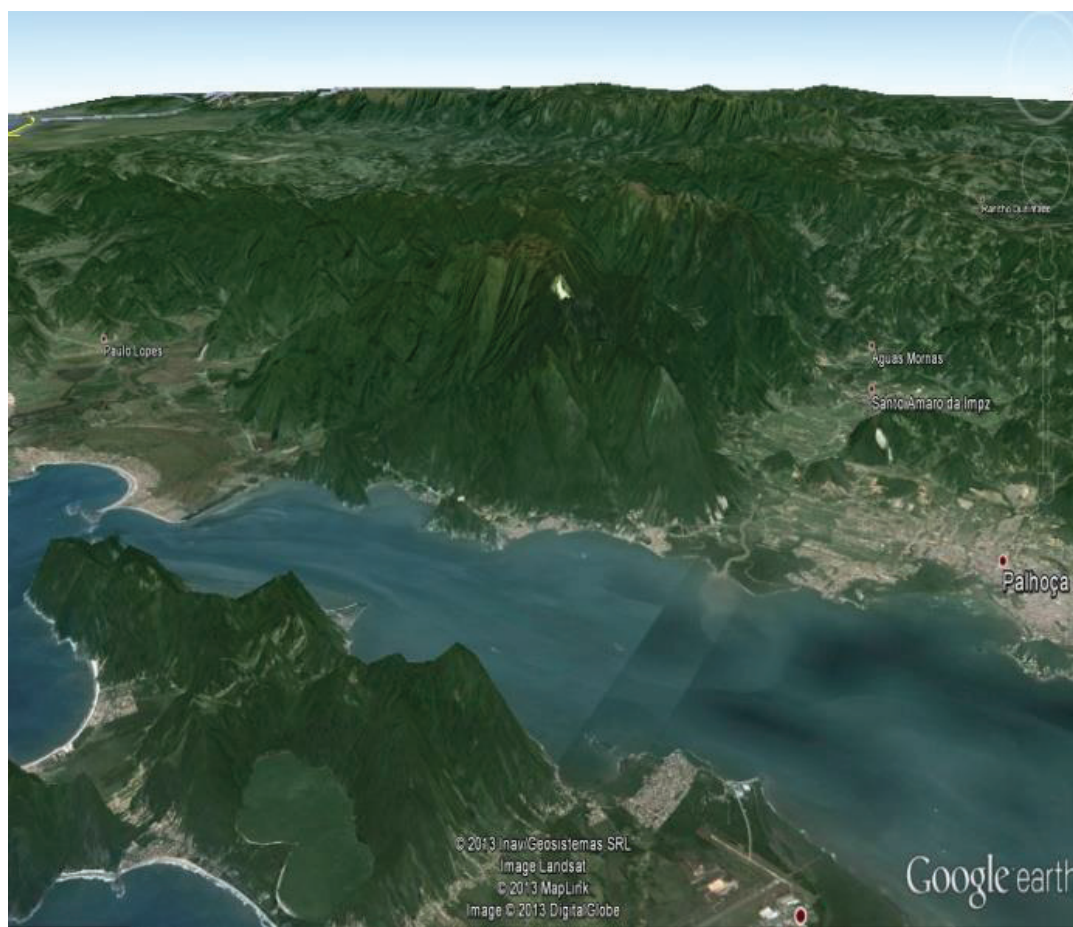


Figura 4: Elevações próximas ao litoral, entre os Municípios de Paulo Lopes (à esquerda) e Palhoça (à direita). A imagem em três dimensões apresenta exagero vertical. Imagem gerada no Google Earth.

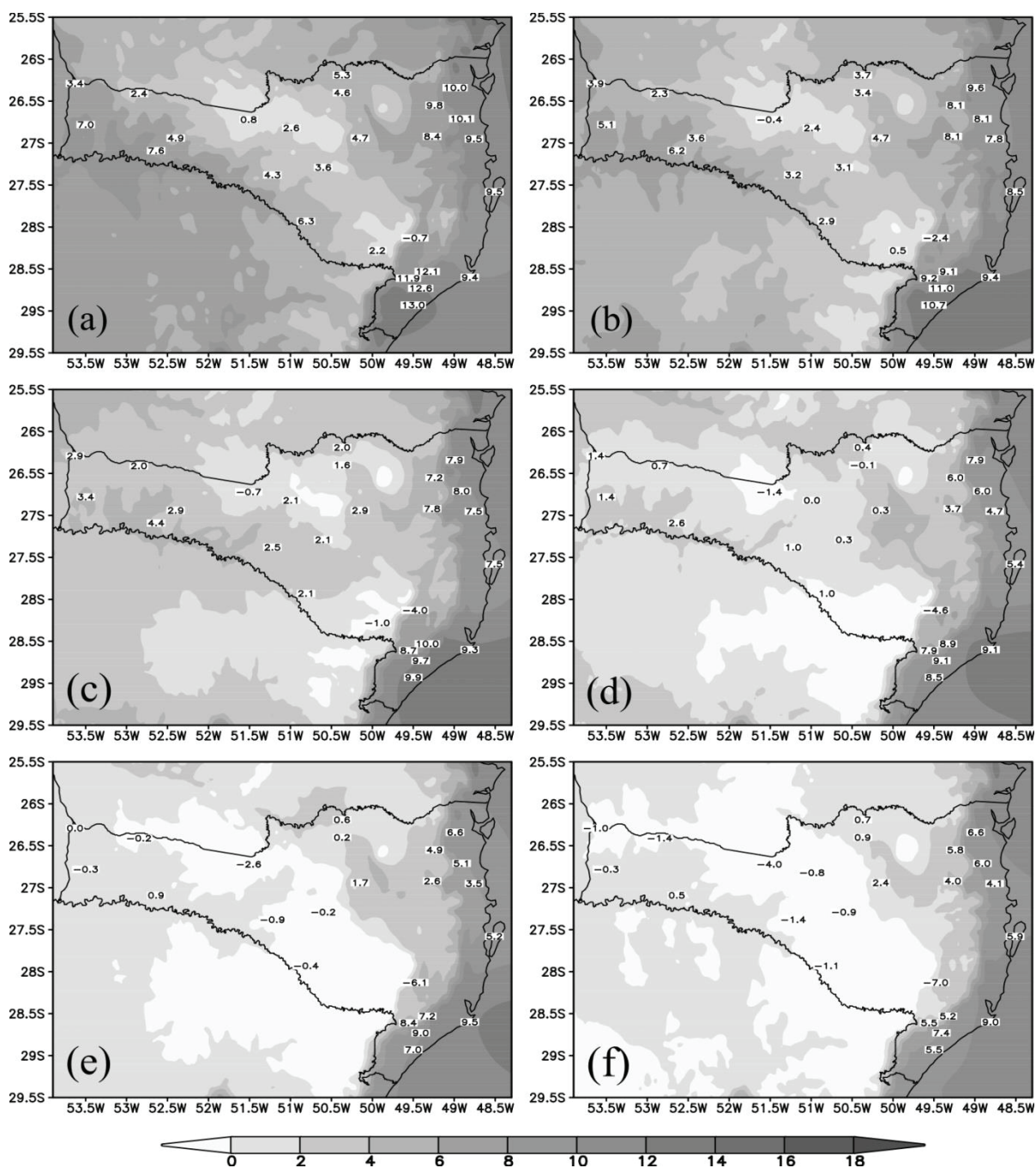


Figura 5 - Campo de temperatura do ar em 1,5 m (legenda em °C abaixo dos mapas), obtido das análises do modelo numérico ARPS (resol. 3 km) para as (a) 18 e (b) 21 UTC do dia 22 e (c) 00, (d) 03, (e) 06 e (f) 09 UTC do dia 23 de julho de 2013. Os valores plotados nos mapas são as temperaturas (°C) observadas nos mesmos horários por estações meteorológicas automáticas

Os mapas da figura 5 mostram que as temperaturas durante o período de registro da neve foram declinando gradativamente durante o período. Na tarde do dia 22 de julho, já havia registro de temperatura negativa no Planalto Sul, sendo que em praticamente todo o estado as temperaturas já estavam muito baixas. Nas áreas litorâneas os registros foram em torno de 10 °C e nas demais regiões catarinenses entre 0 e 8 °C (Figura 5a). A noite, o frio se intensifica ainda mais, abrangendo todo o estado durante a madrugada do dia 23 de julho (Figuras 5d, 5e e 5f). Nota-se que as temperaturas mais baixas são sempre verificadas nos planaltos Sul e Norte, porém, a partir das 03 UTC (Figura 5d) os valores de temperatura ficaram abaixo ou muito próximo de zero em quase todas as regiões. Somente na área litorânea não foi verificada temperatura negativa durante este período. Apesar disso, como visto anteriormente, também houve registro de neve nestas áreas. A área com menor registro de neve (5% no Sul) foi onde as temperaturas não declinaram tanto, ficando com valores máximos em torno de 5 °C durante a madrugada (Figura 5f)

A simulação numérica, embora considerando uma configuração de relevo mais limitada em relação as análises da figura 3, mostra que o campo de temperatura é altamente determinado pela altitude do terreno. Isso é verificado mesmo nesta situação de neve, que é caracterizada por presença de nebulosidade e umidade alta. Ou seja, apesar de não ter ocorrido perda radiativa, o declínio de temperatura foi mais eficiente nas áreas mais altas.

Supõe-se que, em escala local, as configurações de terreno tenham contribuído para a ocorrência de neve tanto pela condição de frio intenso nas áreas mais altas, quanto pela condição favorável de formação de nebulosidade e precipitação nas regiões de encosta. O vento do quadrante sul advectou ar frio e, também, favorecido pelo relevo, proporcionou formação de nuvens e neve

4 CONCLUSÃO

Pelo menos com os registros até hoje disponíveis, o episódio de neve ocorrido no estado de Santa Catarina entre os dias 22 e 23 de julho de 2013 foi único, principalmente devido a considerável área de abrangência do fenômeno. Jamais houve registro desta magnitude espacial, pois foram 126 municípios atingidos pela neve, o que corresponde a 64 % da área total de Santa Catarina. A neve foi registrada em todas as mesorregiões do Estado.

A neve abrangeu as três principais formações do relevo catarinense: o planalto, a região litorânea e as encostas. O acontecimento mais incomum foi o registro de neve na região litorânea. Em relação à abrangência do fenômeno em cada mesorregião, merece destaque a Grande Florianópolis e o Vale do Itajaí, pois nessas mesorregiões o fenômeno neve não é muito frequente. Na Grande Florianópolis o somatório da área dos municípios atingidos pela neve representa 86 % da área total, enquanto que no Vale do Itajaí a área dos municípios atingidos por neve chegou a 83 %.

Ao considerar a altitude máxima de cada município onde nevou, a menor altitude é 534 m em Itapiranga (Oeste Catarinense) e a maior em Urubici (Serrana), com 1820 m, sendo esta a altitude máxima do Estado. Aproximadamente um terço (32,5%) dos municípios atingidos por neve possuem altitudes máximas entre 534 e 1000 m, confirmando que este episódio nivoso foi muito raro, pois ocorreu em altitudes consideradas baixas para a ocorrência de neve em latitudes subtropicais (entre 25° 57' S e 29° 23' S). Os campos de temperatura mostraram frio intenso em todas as áreas dentro do período de ocorrência de neve.

Considera-se que a documentação dos registros de neve apresentados nesse trabalho possa contribuir para estudos futuros, fornecendo parâmetros mais robustos para comparações da abrangência espacial entre o evento dos dias 22 e 23 de julho de 2013 e eventos similares que possam vir a ocorrer no estado de Santa Catarina.

AGRADECIMENTOS

A confirmação da neve neste evento de 2013, só foi possível devido à intensa participação da população catarinense, da Defesa Civil, prefeituras e demais unidades da Epagri que enviaram para o Setor de Meteorologia do Ciram fotos e vídeos do fenômeno. Na maioria dos municípios relatados nunca havia sido registrada a neve. Foi esta interação entre o público e a Epagri/Ciram, que tornou possível a geração das informações deste trabalho.

À sociedade catarinense e à Equipe de Meteorologia da Epagri/Ciram, pelas informações dos registros de neve.

REFERÊNCIAS

- Alves MP. Análise Comparativa dos Fatores Ambientais nos Eventos de Inundações na Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí: Novembro de 2008 e Setembro de 2011 [monography]. Florianópolis: Departamento de Geociências/UFSC; 2013.
- Escobar GCJ, Almeida JMV, Bezerra WA. Situações Meteorológicas Associadas à Ocorrência de Neve em São Joaquim (SC). Congresso Brasileiro de Meteorologia, 14; 2006; Florianópolis; Brasil.
- Fuentes MV. Dinâmica e padrões da precipitação de neve no Sul do Brasil [thesis]. Porto Alegre: Departamento de Geociências/UFRGS; 2009. 191p.
- Gan, MA, Rao VB. Surface cyclogenesis over South America. *Monthly Weather Review*. 1991;119(5):1293-1302.
- Mendes D, Souza EP, Marengo JA, Mendes MCD. Climatology of extratropical cyclones over the South American-southern oceans sector. *Theoretical and Applied Climatology*. 2010;100(3-4):239-250.
- Monteiro MA. Dinâmica atmosférica e a caracterização dos tipos de tempo na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá [thesis]. Florianópolis: Departamento de Geociências/UFSC; 2007. 224p.
- Peluso Jr. VA. O Relevo do Território Catarinense. *Revista Geosul*. 1986;2:7-69.
- Pinheiro HR. Análise de um evento de neve no Sul do Brasil e avaliação da ferramenta objetiva utilizada no CPTEC/INPE. XI Congresso Argentino de Meteorología; 2012; Mendoza; Argentina.
- Rodrigues MLG, Franco D, Sugahara S. Climatologia de frentes frias no litoral de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Geofísica*. 2004;22(2):135-151.
- Schimitz CM. A precipitação de neve no Brasil Meridional [dissertation]. Porto Alegre: Departamento de Geociências/UFRGS; 2007. 79p.
- Sinclair MR. An Objective cyclone climatology for the Southern Hemisphere. *Monthly Weather Review*. 1994;122(10):2239-2256.
- Sinclair MR. A climatology of cyclogenesis for the Southern Hemisphere. *Monthly Weather Review*, 1995;123(6):1601-1619.
- Souza RO. A Ocorrência de Neve em Planaltos Subtropicais: o Caso do Sul do Brasil [dissertation]. São Paulo: Faculdade de Geografia/USP; 1997. 144p.
- Weber T, Nascimento EL. Espessuras de diferentes camadas atmosféricas em eventos de neve no sul do Brasil: O contexto climatológico. *Simpósio Internacional de Climatologia*; 2011; João Pessoa; Brasil.

Xue M, Wang D, Gao J, Brewster K, Droegemeier KK. The Advanced Regional Prediction System (ARPS), storm-scale numerical weather prediction and data assimilation. *Meteorol. Atmos. Phys.* 2001;82:139-170.