

## Análise da taxa de queda de temperatura antes e durante eventos de neve em Santa Catarina

### Analysis of the temperature drop rate before and during snow events in Santa Catarina

<sup>1</sup>Jéssica Melo Mintegui, <sup>1</sup>Franciano Scremin Puhales e <sup>1</sup>Luisa Vitória Peliçário

<sup>1</sup>Grupo de Modelagem Atmosférica de Santa Maria-UFSM

#### Resumo

*Neste trabalho investigou-se o comportamento médio das temperatura mínimas e máximas para o estado de Santa Catarina, antes e durante eventos de precipitação de neve, no período de 1979 à 2015. Para tal análise, foram utilizados dados de temperatura provenientes das estações meteorológicas convencionais de superfície, fornecidos pelo Centro de Informações de Recursos Ambientais e Hidrológicos de Santa Catarina (Ciram), vinculado à Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri). De maneira geral, observou-se uma taxa de queda acentuada nas temperaturas do dia  $D - 1$  (dia que antecede o evento de neve) para o dia  $D + 0$  (dia da precipitação de neve, ou seja, há um rápido resfriamento em superfície antes da ocorrência do fenômeno).*

**Palavras-chave:** neve em SC; temperatura; precipitação de neve.

#### Abstract

*In this work the average behavior of minimum and maximum temperatures for the state of Santa Catarina, before and during snowfall events, from 1979 to 2015, was analysed. To accomplish this study, have been employed minima and maxima temperature data from conventional meteorological stations which were provided by the Centro de Informações de Recursos Ambientais e Hidrológicos de Santa Catarina (Ciram), linked to the Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri). In general, a sharp decreases in temperatures from day  $D - 1$  (the day before the snow event) to day  $D + 0$  (day of snowfall) is observed.*

**Keywords:** snow in SC; snowfall; temperature.

## 1 Introdução

Segundo a AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY (2016), neve é uma forma de precipitação composta de cristais de gelo brancos ou translúcidos, principalmente em forma hexagonal muitas vezes aglomerada em flocos de neve.

O estado de Santa Catarina é conhecido pelas temperaturas baixas e precipitação de neve no período de abril à setembro Mintegui et al. (2018). Desde os anos 60, segundo a defesa civil deste estado DEFESA CIVIL DE SANTA CATARINA (2013), apenas seis anos não registraram o fenômeno, o que mostra que a precipitação de neve é um fenômeno recorrente nessa região.

Mintegui et al. (2018) mostrou que há a precipitação de neve na região sul está associada a sistemas transientes de alta e baixa pressão, associados a um padrão de onda bem definido em todos níveis de pressão analisados. Além de um dipólo anômalo negativo que favorece o escoamento, que contribui para entrada de ar frio marítimo ocasionando a ocorrência do fenômeno.

Reinke (2006) analisou as quedas de temperatura na região Sul do Brasil no período de 1996 à 2003 para os meses de maio a setembro, utilizando dados das estações meteorológicas convencionais de superfície do INMET, e encontrou uma média entre  $1,08 - 3,0^{\circ}\text{C}$  e  $2,2 - 3,6^{\circ}\text{C}$  por dia para as temperaturas mínimas e máximas, respectivamente.

Recentemente, Mintegui (2017), empregando dados de temperatura de reanálise ERA-Interim Dee et al. (2011), disponibilizados pelo ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*), para o período de 1979 à 2015, também para os meses de maio à setembro. Neste trabalho Mintegui (2017), encontrou uma taxa de queda de temperatura de  $5,37^{\circ}\text{C}$ , para o nível de  $850\text{ hPa}$ , em eventos de neve, também para a região Sul do Brasil.

Este trabalho tem como objetivo analisar o comportamento das temperaturas, máximas e mínimas, em superfície antes e durante eventos de neve em Santa Catarina.

## 2 Metodologia

No presente estudo analisou-se a média das temperaturas máximas e mínimas a partir de três dias antes e durante eventos consecutivos de precipitação de neve no estado de Santa Catarina. Para isso, utilizou-se uma amostra de precipitação de neve no estado de Santa Catarina, obtido através do trabalho realizado por Mintegui (2017). A amostra apresenta registro do ano de 1979 à 2015, e compreende o período de maio à setembro.

As temperaturas utilizadas para análise no presente estudo são provenientes das estações meteorológicas convencionais de superfície (EMCS) que foram forneci-

das pelo Centro de Informações de Recursos Ambientais e Hidrológicos de Santa Catarina (Ciram), vinculado à Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri). A distribuição geográfica das EMCS pode estar representada na figura 1, assim como as demais informações sobre as mesmas estão presentes na tabela 3.

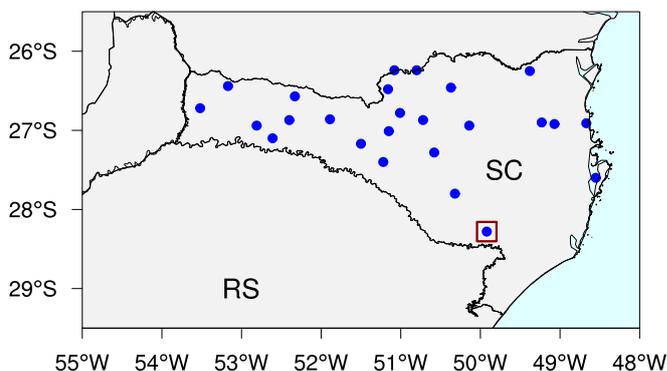


Figura 1: Mapa das estações meteorológicas convencionais de superfície com registro de neve na amostra analisada neste estudo. Cada ponto representa uma estação, com suas coordenadas geográficas, elevação, e período de funcionamento apresentados na tabela 3. Em destaque a estação de São Joaquim-SC, cidade na qual ocorreu maior frequência de precipitação de neve. Adaptada de Mintegui (2017).

## 3 Resultados

A figura 2, apresenta o diagrama de caixas para a temperatura mínima registrada nos três dias que antecedem o evento de neve ( $D - 3$ ,  $D - 2$ ,  $D - 10$ , até o terceiro dia consecutivo de neve,  $D + 2$ , sendo  $D + 0$  o primeiro dia de precipitação de neve. Nota-se uma leve diminuição na temperatura mínima durante os dois dias que antecedem o evento, e uma diminuição mais acentuada na temperatura do dia  $D - 1$  para o dia  $D + 0$ , dia da precipitação de neve. Nos dias consecutivos de precipitação de neve, a temperatura continua em declínio, os valores de queda de temperatura podem ser observados na tabela 2.

Quando analisado as temperaturas máximas para os mesmos dias, como representado na figura 3, nota-se o mesmo comportamento de leve diminuição nos dias anteriores e de queda mais acentuada do dia  $D - 1$  para o dia  $D + 0$ . Porém, para os dias que consecutivo de evento as temperaturas máximas, ao contrário das mínimas, tem um aumento. Tal comportamento, tanto nas temperaturas mínimas como máximas está associado o estabelecimento de uma massa de ar frio e seco, o que deixa o céu claro e, desta forma, uma maior perda radiativa durante a noite e maior aquecimento diurno.

Os valores médios das temperaturas mínimas e máximas, podem ser encontrados na tabela 1.

Mintegui (2017) valores para o comportamento da temperatura média em eventos de neve foram apresentados, este estudo empregou dados de reanálise do conjunto ERA-INTERIM Dee et al. (2011). Foram avaliados os valores para temperatura no nível isobárico de 850 hPa e temperatura virtual média nas camadas entre 850 hPa – 1000 hPa e 500 hPa – 1000 hPa, estimados a partir dos campos de espessura destas camadas. Para o nível de 850 hPa, foram encontrados temperaturas acima de 0°C em algumas cidades para primeiro de precipitação de neve, dia às 00UTC, tendo uma queda acentuada em relação as 12UTC do mesmo dia. Após o segundo dia as temperaturas não mostram uma tendência clara de aumento ou diminuição, devido ao estabelecimento da massa de ar frio sobre a região. O mesmo comportamento ocorre nas camadas entre 850 hPa – 1000 hPa e 500 hPa – 1000 hPa.

Ao comparar os valores de temperatura em níveis superiores aos valores de temperatura em superfície, encontra-se o mesmo comportamento, porém em superfície esses valores são mais intensas. Para o primeiro dia de neve, as temperaturas em superfície são mais próximas a 0°C, assim como as taxas de queda e aumento da temperatura. Isto ocorre devido a vários fatores, como efeitos radiativos por exemplo.

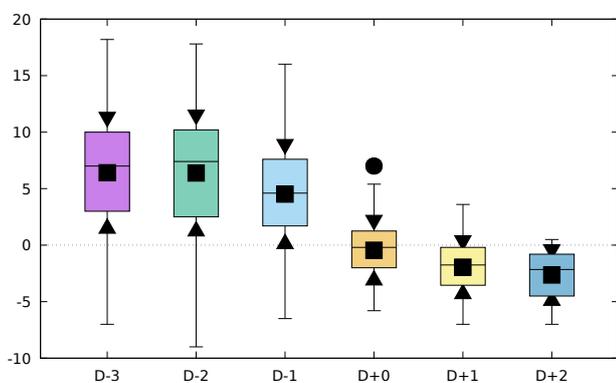


Figura 2: Diagrama de caixa da temperatura mínima média, obtida pela EMCS, para os dias de ocorrência de neve em SC. As linhas que definem os extremos inferior e superior da caixa representam, respectivamente, o primeiro e o terceiro quantil da temperatura mínima e a linha interna o segundo quantil, a mediana. O intervalo de confiança é identificado pelos triângulos e os pontos apresentam valores fora do intervalo de confiança.

## 4 Conclusão

Os valores, das taxas de queda da temperatura em superfície, encontrados neste trabalho confirmam os en-

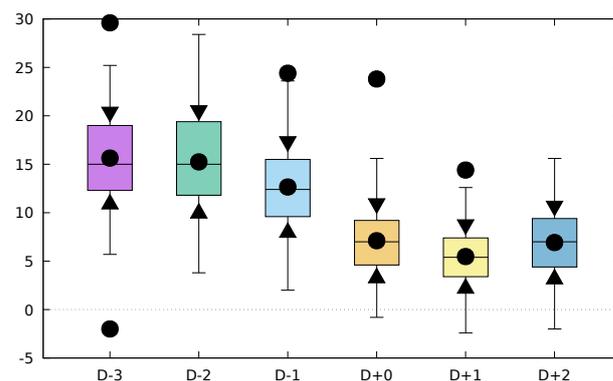


Figura 3: O mesmo que a figura 2, porém para as temperaturas máximas.

Tabela 1: Apresentação das temperaturas médias mínimas ( $\bar{T}_{min}$ ) e máximas ( $\bar{T}_{max}$ ), e os respectivos desvios padrões ( $\sigma$ ) encontrados.

Dia	$\bar{T}_{min}$	$\sigma_{min}$	$\bar{T}_{max}$	$\sigma_{max}$
D-3	6,40	4,79	15,64	4,60
D-2	6,38	5,01	15,24	5,14
D-1	4,53	4,27	12,65	4,54
D+0	-0,44	2,52	7,11	3,68
D+1	-1,95	2,22	5,48	3,14
D+2	-2,64	2,12	6,92	3,61

contrados por Mintegui (2017) para camadas próximas a superfície. E também, tais resultados podem-se comparar com a média de queda de temperatura encontrada por Reinke (2006) para casos extremos. Mostrando que quando há evento de precipitação de neve na região de estudo, ocorre uma queda de temperatura atípica, maior que a esperada, de aproximadamente 2°C. Com quedas mais intensas em superfície que em níveis superiores, como já era esperado.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Centro de Informações de Recursos Ambientais e Hidrológicos de Santa Catarina (Ciram), vinculado à Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) pelo fornecimento dos dados.

## Referências

- AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY (2016). Glossary of meteorology. URL <http://glossary.ametsoc.org/wiki/Snow>.
- Dee, D., Uppala, S., Simmons, A., Berrisford, P., Poli, P., Kobayashi, S., Andrae, U., Balmaseda, M., Balsamo,

Tabela 2: Taxa média de queda da temperatura mínima e máxima do dia que anterior para o dia do evento de neve. As taxas de variação são expressas em  $^{\circ}\text{C}/\text{dia}$ .

Dia	$\frac{dT_{min}}{dt_{min}}$	$\frac{dT_{max}}{dt_{max}}$
D-3 – D-1	-0,94	-1,49
D-1 – D+0	-4,96	-5,54
D+0 – D+2	-1,09	-0,09

G., Bauer, P., et al. (2011). The era-interim reanalysis: Configuration and performance of the data assimilation system. *Quarterly Journal of the royal meteorological society*, 137(656), 553–597.

DEFESA CIVIL DE SANTA CATARINA (2013). Site institucional. URL <http://www.defesacivil.sc.gov.br/4246-frio-em-santa-catarina-requer-atencao->, acessado em 14 mar 2017.

Mintegui, J. (2017). Características médias da circulação atmosférica em eventos de neve no sul do Brasil. Mestrado em meteorologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

Mintegui, J. M., Puhales, F. S., Boiaski, N. T., Nascimento, E. d. L., Anabor, V. (2018). Some mean atmospheric characteristics for snowfall occurrences in southern Brazil. *Meteorology and Atmospheric Physics, Online First*, 1–24, URL <https://doi.org/10.1007/s00703-018-0578-5>.

Reinke, R. L. (2006). Estudo das condições atmosféricas em situações de queda acentuada de temperatura do ar na região sul do Brasil. Mestrado em meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

Jéssica Melo Mintegui

Grupo de Modelagem Atmosférica de Santa Maria-UFSM  
E-mail: [jmmintegui@gmail.com](mailto:jmmintegui@gmail.com)

Franciano Scremin Puhales

Grupo de Modelagem Atmosférica de Santa Maria-UFSM  
E-mail: [fpuhales@gmail.com](mailto:fpuhales@gmail.com)

Luisa Vitória Peliçário

Grupo de Modelagem Atmosférica de Santa Maria-UFSM  
E-mail: [lu\\_vitoriap@hotmail.com](mailto:lu_vitoriap@hotmail.com)

## Tabelas

Tabela 3: Localização das estações meteorológicas convencionais de Santa Catarina empregadas no estudo. Datas de fechamento iguais a 31/12/2015 identificam estações que permaneceram em operação, pelo menos, até o fim do período do estudo. As latitudes e longitudes ( $\varphi$  e  $\lambda$ , respectivamente) são expressas em graus. A altitude ( $H$ ) em metros. Adaptada de Mintegui (2017).

Sigla	Cidade	$\varphi$	$\lambda$	$H$	abertura	fechamento
ABL	Abelardo Luz	-26,57	-52,33	760	01/07/1989	30/11/1996
BLU	Blumenau	-26,92	-49,07	21	01/01/1997	31/12/2015
CBS	Curitibanos	-27,28	-50,58	987	24/12/1986	12/12/2003
CDR	Caçador	-26,78	-51,01	920	01/01/1979	31/12/2015
CHP	Chapecó	-27,10	-52,61	674	01/01/1979	31/12/2015
CPE	Campo Erê	-26,44	-53,17	910	01/01/1987	31/12/2015
CPN	Campos Novos	-27,40	-51,22	946	01/01/1979	31/12/2015
FBG	Fraiburgo	-27,02	-50,927	1048	01/01/1979	31/08/2000
FLP	Florianópolis	-27,60	-48,55	3	01/01/1979	31/12/2015
IND	Indaial	-26,90	-49,23	64	01/01/1979	31/12/2015
IRN	Irineópolis	-26,24	-50,8	762	01/01/1979	31/08/1984
ITJ	Itajaí	-26,91	-48,67	1	04/08/1980	31/12/2015
JCA	Joaçaba	-27,17	-51,50	522	01/08/1986	14/06/2007
LBR	Lebon Régis	-26,87	-50,72	980	01/01/1991	01/01/2005
LGS	Lages	-27,80	-50,32	937	01/01/1979	26/09/2013
MJV	Major Vieira	-26,46	-50,37	786	01/04/1987	31/12/2015
MTC	Matos Costa	-26,48	-51,16	1220	11/03/1991	30/09/2013
NVI	Nova Itá	-26,94	-52,81	350	01/05/1992	22/12/2007
PTS	Ponte Serrada	-26,86	-51,89	798	24/01/1986	31/12/2015
PTU	Porto União	-26,24	-51,08	795	01/01/1979	31/07/1989
RDC	Rio do Campo	-26,94	-50,14	570	01/06/1994	31/12/2015
SBS	São Bento do Sul	-26,25	-49,38	838	01/01/1979	01/11/1988
SJQ	São Joaquim	-28,28	-49,92	1404	01/10/1983	31/12/2015
SMO	São Miguel do Oeste	-26,72	-53,52	645	01/01/1979	31/12/2015
VDR	Videira	-27,01	-51,15	750	01/01/1979	31/12/2015
XNX	Xanxerê	-26,87	-52,40	800	01/12/1986	02/09/2003