



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

## **A ocorrência de geada em três municípios da Serra no Estado do Rio Grande do Sul e sua relação com o ENOS<sup>1</sup>**



*Cláudia Patrícia Rickes<sup>2</sup>, Patrícia Nunes Tuchtenhagen<sup>3</sup>, Flávio Aparecido Varone Gonçalves<sup>4</sup>,  
Bernadete Radin<sup>5</sup>*

<sup>1</sup>Trabalho apresentado no XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 23 a 28 agosto 2015.

<sup>2</sup>Meteorologista, Mestranda em Ciência Física Aplicada pela Universidade Estadual do Ceará (UECE), Bolsista do Projeto Rede Sul Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas e Prevenção aos Desastres Naturais - REDE CLIMASUL – FEPAGRO - RS, claudia-rickes@fepagro.rs.gov.br

<sup>3</sup>Meteorologista, Bolsista do Projeto - REDE CLIMASUL – FEPAGRO – RS, patricia-nunes@fepagro.rs.gov.br

<sup>4</sup>Meteorologista, Pesquisador, CEMETRS – FEPAGRO – RS, flaviovarone@fepagro.rs.gov.br

<sup>5</sup>Enga Agrônoma, Pesquisadora, CEMETRS – FEPAGRO – RS, radin@fepagro.rs.gov.br

**RESUMO:** Fenômeno comum no inverno, à geada preocupa agricultores por ocasionar forte influência como perdas na agricultura. Este estudo objetivou analisar a ocorrência das geadas nos municípios de Bom Jesus, Caxias do Sul e Veranópolis, no Estado do Rio Grande do Sul em paralelo com a ocorrência do fenômeno ENOS (El Niño – Oscilação Sul). Considerando como base, os dados diários de temperatura mínima do ar, no período de 1961 a 2012, disponibilizados pela Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - FEPAGRO e pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Considerou-se que o nível térmico igual a 3°C ou abaixo desse valor, no abrigo meteorológico, representa, em média, condições de geada, no Estado do Rio Grande do Sul (RS). Além disso, os anos foram classificados em El Niño, La Niña e Neutro, para o mesmo período da série histórica dos municípios. Dos três municípios estudados, Veranópolis registrou o maior número de episódios de geadas nos 53 anos analisados, sendo igual estatisticamente a Bom Jesus e, Caxias do Sul apresentou a menor ocorrência. A estação do ano com maiores registros de geada foi o inverno, seguida do outono, tendo os meses de julho e junho com o maior número de ocorrências diferindo estatisticamente dos demais meses. A relação entre o número de geadas e os eventos de ENOS não apresentou diferença entre si. No entanto, observou-se maior número de episódios em anos de eventos de LN. Através de gráficos plotados, constatou-se uma ligeira tendência de ocorrer mais casos de geadas precoces, no mês de maio, em anos de EN no município de Bom Jesus e mais casos de geadas tardias, no mês de setembro, em anos NE, no município de Veranópolis. Inferiu-se, mesmo sem diferença estatística, que no período de abril a setembro os maiores totais mensais de geadas ocorreram em anos de evento LN, exceto no mês de maio.

**PALAVRAS-CHAVE:** Temperatura mínima, RS, El Niño e La Niña.

### **Frost occurrence at three Sierra's municipalities in Rio Grande do Sul State and its relationship with ENSO**

**ABSTRACT:** Frost is a common phenomenon during winter, which worries farmers due its influence on crop losses in agriculture. This study aimed to analyze the occurrence of frosts in the municipalities of Bom Jesus, Caxias do Sul and Veranópolis, in the Rio Grande do Sul state in parallel with the occurrence of ENSO (El Niño - Southern Oscillation). Data records were taken from the State Foundation for Agricultural Research – FEPAGRO, and the National Institute of Meteorology - INMET data bases, looking at minimum air temperature daily data records from 1961 to 2012. It was considered a mean of 3 °C or below this value as a threshold, the weather shelter; representing frost conditions in Rio Grande do Sul (RS). Additionally, every year from that period were classified as El Niño, La Niña, and Neutral, for each of the three municipalities. The municipality of Veranópolis recorded the highest

***O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros***

number of episodes of frost during the 53 years analyzed. Also it was statistically equal to Bom Jesus. Caxias do Sul had the lowest frost occurrence. The season with higher frost records was winter, followed right after by autumn, being the months of June and July with the higher number of occurrences statistically different from all other months. There was no relationship between the number of frost occurrences and ENSO events. However, there were a higher number of episodes in LN years events. Through graphical representation was seen that there was a slight tendency to occur more cases of early frosts during May, while in EN years at the municipality of Bom Jesus. On the other hand direct access data transfer requires record number late frosts was seen during the month of September in NE years at the municipality of Veranópolis. It is inferred, even without statistical difference that in the period from April to September the monthly largest total of frost occurred in LN years events, except during the month of May.

**KEY-WORDS:** Minimum temperature, RS, El Niño and La Niña.

## **INTRODUÇÃO**

A geada é um fenômeno meteorológico típico durante os meses de inverno sobre a região Sul do Brasil, porém é comum ocorrer também nos meses do outono e da primavera. Esse tipo de fenômeno pode causar danos à agricultura, devido à variação térmica brusca que ocorre após a passagem das frentes frias seguidas por massas de ar polares (Nimer, 1989; Kousky et al., 1982).

A ocorrência de geada no Rio Grande do Sul está relacionada com a chegada de anticiclones extratropicais sobre o Sul da América do Sul, associados com as massas de ar frio (polar) proveniente do Oceano Pacífico (Marengo et al., 1997). Com isso, a pouca nebulosidade predomina, devido à subsidência do ar na região do sistema anticiclônico, juntamente com a diminuição da velocidade do vento e a perda radiativa de onda longa da atmosfera para o espaço – e a temperatura apresenta uma queda acentuada na região.

Uma importante variável no levantamento da ocorrência de geadas é a temperatura mínima do ar ( $T_{min}$ ), no abrigo meteorológico, no entanto, Bootsma (1976), afirma que é a temperatura mínima observada sobre a relva, que dará noção exata do nível de dano ocorrido pelo fenômeno.

Cordeiro e Berlato (2009) detectaram para os trimestres OND (outubro-novembro-dezembro) e AMJ (abril-maio-junho), no período de 1949 a 1999, com dados de 11 estações meteorológicas do RS, inclusive dos municípios de Bom Jesus e Caxias do Sul, que as temperaturas mínimas do ar, mais baixas, ocorreram com maior frequência em anos de eventos La Niña, em todas as estações. A variabilidade anual na frequência da ocorrência de geadas, no RS, segundo Muller (2006), relaciona-se com as mudanças na circulação atmosférica que por sua vez sofre influências diretas do fenômeno El Niño - Oscilação Sul (ENOS), sendo nos anos de El Niño (La Niña) o número de geadas anual é inferior (superior) à média. Firpo et al., (2011) constataram que quando o fenômeno La Niña permaneceu configurado registrou-se geadas acima da média, na maioria das dez estações selecionadas no RS, no mês de junho, no período de 1951 a 1999, do que quando o fenômeno El Niño esteve ativo.

Portanto, o objetivo desse estudo é analisar o padrão das geadas, nos municípios da região serrana do Rio Grande do Sul, nos anos de ocorrência de eventos El Niño, La Niña e de neutralidade, e o quanto esses eventos influenciaram na ocorrência de geadas no Estado.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas séries históricas de T<sub>min</sub>, dos meses de abril a outubro (período que concentra, praticamente, todos os registros de geadas), de 1961 a 2012, dos seguintes municípios: Bom Jesus, Caxias do Sul e Veranópolis, situados na região serranada Estado do Rio Grande do Sul (Tabela 1), do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET e da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - FEPAGRO. Os anos foram classificados em El Niño - EN, La Niña - LNe Neutro - NE (Tabela 2), baseados num limiar de +/- 0.5°C (média móvel de três meses de anomalia de TSM do Oceano Pacífico Equatorial, na região 3.4, por no mínimo cinco meses), do "Oceanic Nino Index-ONI", usando os dados de anomalias de TSM *Comprehensive Atmospheric-Ocean Data Set (COADS/CPC/NOAA)*, do mesmo período das séries de T<sub>min</sub>, considerando o início da temporada no mês de julho do primeiro ano e o final em junho do ano subsequente, metodologia adotada por Marengo e Oliveira, 1998. Em geral, um episódio começa a se desenvolver em meados de um ano, atinge sua intensidade máxima no final daquele ano e dissipa-se em meados do ano seguinte.

**Tabela 1**-Estações meteorológicas utilizadas, altitude, latitude e longitude.

Estação	Altitude (m)	Latitude (S)	Longitude (W)
Bom Jesus	1048	28°40'10"	50°26'25"
Caxias do Sul	785	29°08'31"	50°59'12"
Veranópolis	705	28°53'18"	51°32'32"

**Tabela 2**-Classificação dos eventos ENOS (El Niño - EN e La Niña - LN) e Neutro- NE e os totais de anos ocorridos durante o período de 1961 a 2012.

Tipos de ENOS	Totais Anos	Temporada (anos)
		<p><b>EL NIÑO</b></p> <p>17</p> <p>1963-64, 1965-66, 1968-69, 1969-70, 1972-73, 1976-77, 1977-78, 1982-83, 1986-87, 1987-88, 1991-92, 1994-95, 1997-98, 2002-03, 2004-05, 2006-07, 2009-10.</p>
<p><b>LA NIÑA</b></p> <p>18</p> <p>1964-65, 1970-71, 1971-72, 1973-74, 1974-75, 1975-76, 1983-84, 1984-85, 1988-89, 1995-96, 1998-99, 1999-00, 2000-01, 2005-06, 2007-08, 2008-09, 2010-11, 2011-12.</p>		
<p><b>NEUTRO</b></p> <p>18</p> <p>1960-61, 1961-62, 1962-63, 1966-67, 1967-68, 1978-79, 1979-80, 1980-81, 1981-82, 1985-86, 1989-90, 1990-91, 1992-93, 1993-94, 1996-97, 2001-02, 2003-04, 2012-13.</p>		

Com o programa Excel, utilizou-se um filtro nas séries históricas dos municípios para selecionar apenas valores iguais e inferiores que 3°C da T<sub>min</sub> para designar a temperatura crítica de ocorrência de geadas, ao nível de abrigo meteorológico. Esse critério foi elaborado por Oliveira (1997) que considerou que as geadas ocorrem com uma temperatura mínima de relva igual ou inferior a 0°C e que a diferença média de 3,0°C entre a relva (0,05m) e o abrigo (1,5m) representa situações onde ocorrem geadas.

Por fim, foram feitos histogramas com os totais de geadas ocorridas, separados por meses e divididos, proporcionalmente, pela quantidade de anos de EN, LN e NE ocorridos. As análises estatísticas foram feitas no programa SISVAR (Sistema de Análise de Variância).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

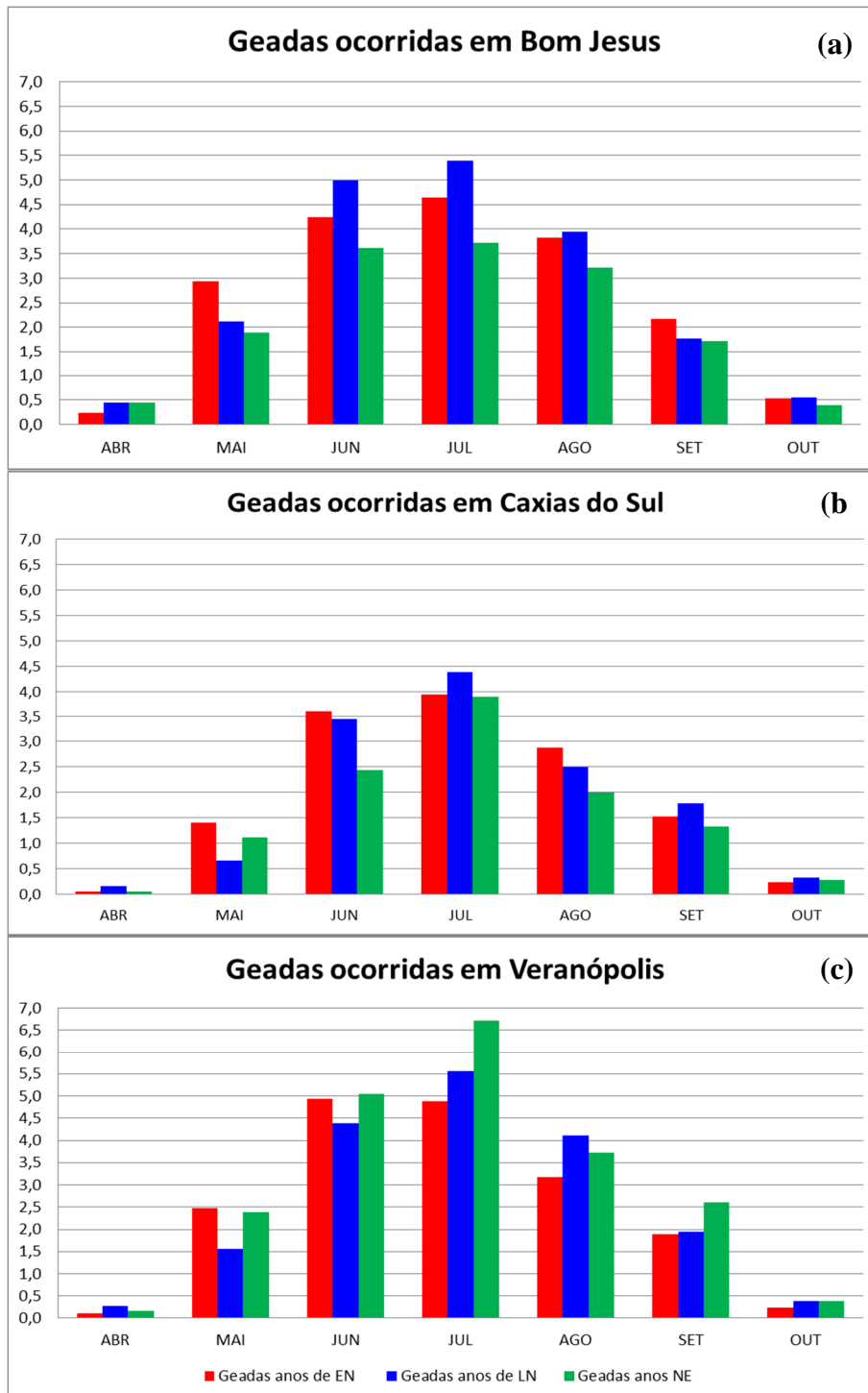
O município que registrou o maior número de episódios de geadas foi Veranópolis (1010 casos), nos 53 anos analisados, sendo igual estatisticamente a Bom Jesus (942 casos) e, Caxias do Sul apresentou a menor ocorrência (674 casos).

Julho e junho foram os meses demaiores registros de geada diferindo estatisticamente dos demais meses, agosto apresentou-se como o terceiro mês que mais aconteceu o fenômeno. Segundo Nímer (1989) julho é o mês mais frio do ano, o que representa menos horas de radiação solar, além de haver, nesta época do ano, incursões mais frequentes de frentes polares sobre o RS.

As geadas ocorridas em abril e em outubro tem padrão similar entre os locais, apresentando valores iguais ou abaixo de 0,5 casos por ano independente do evento que esteve ativo. No somatório dos casos ocorridos durante os eventos de EN, LN e NE, dos três municípios, nos meses de maio (16,5 casos por ano) e de setembro (16,7 casos por ano) também se mostraram similares (Figura 1).

A relação entre o total de geadas ocorridas e os eventos de ENOS (17 anos de EN e 18 anos de LN) e períodos de neutralidade (18 anos) não apresentou diferença estatística entre si, isto é, o número de geadas registradas durante cada um dos eventos EN, LN e NE não diferiram. No entanto, observou-se maior número de episódios em anos de eventos de LN (913 casos), contra 856 casos em anos de EN e 849 casos em anos neutros, coerente com trabalho de Muller (2006). Em Bom Jesus (Figura 1a), quando ocorreram eventos de LN, o número de geadas ocorridas durante os meses de junho, julho e agosto apresentou-se superior do que em eventos de EN e NE, concordando com os resultados de Firpo et al., (2011). Em Caxias do Sul (Figura 1b) esse mesmo padrão foi observado em julho. Já em Veranópolis, o número de ocorrência de geadas durante os eventos de LN foi superior somente no mês de agosto (Figura 1c).

Cabe destacar que, em Veranópolis, no mês de julho, registrou-se o maior número de casos por ano (6,7 episódios), isso tendo ocorrido em anos NE. No mês de maio (geadas precoces) houve maior quantidade de geadas quando ocorreu o evento EN nos três locais estudados. Os resultados diferem dos encontrados por Muller e Berri (1998), pois estes verificaram que nos anos de EN há menos geadas do que em anos de LN no período do outono (onde está inserido o mês de maio), na região centro-leste da Argentina, pois esta estação do ano mostrou-se ser a mais influenciada pelo evento ENOS, uma vez que as correlações foram significativas.



**Figura 1** –Geadas ocorridas, por mês,proporcional aos anos de EN (17 anos), LN (18 anos) e NE (18 anos), de 1961 a 2012(a) Bom Jesus,(b) Caxias do Sul, (c) Veranópolis.

Com o trabalho infere-se que tanto em anos de LN como deEN e NE os registros de geadas ocorridas, nos municípios estudados, foram semelhantes. No entanto, observou-se uma tendência de maior ocorrência de geada em anos de LN, para os meses analisados, exceto no mês de maio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOOTSMA, A. Estimating Grass minimum temperatures from screen minimum values and other climatological parameters. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, 16(1): 103-113, 1976.

Cold & Warm Episodes by Season. Historical El Nino/ La Nina episodes (1950-present). Disponível em: <[http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml)>. Acesso em: 20 de janeiro de 2015.

CORDEIRO, A. P. A.; BERLATO, M. A. Frequência da temperatura mínima do ar associada a eventos El Niño, La Niña e Neutros no Rio Grande do Sul. In: **Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, 16, Belo Horizonte, 2009, **Anais...** Belo Horizonte: SBA, 2009, CD.

FIRPO, M. Â. F. et al. Impacto do ENOS e da ODP na ocorrência de geadas no Rio Grande do Sul. In: **XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, Guarapari/ES, 2011.

KOUSKY, V. E.; FORTUNE, M. A.; FERREIRA, N. J. Duas geadas críticas no Brasil: precursores no Oceano pacífico e evolução na América do Sul. **Anais do II Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Pelotas, 1982.

MARENGO, J.A. et al. Estudo de caso da primeira massa de ar frio em 1996 no sul do Brasil. Observações e resultados do modelo de circulação geral da atmosfera do CPTEC/COLA. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.12, n.2, p.09-24, 1997.

MARENGO, J. A., OLIVEIRA, G.S. Impactos do Fenômeno La Niña no Tempo e Clima do Brasil: Desenvolvimento e Intensificação do La Niña 1998/99. X CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, Brasília, **Anais do X Congresso Brasileiro de Meteorologia**, CD-ROM, 1998.

MULLER, G. V.; BERRI, G. J. Influencia Del Evento ENOS en lãs Heladas de la Pampa Húmeda. Congresso Brasileiro de Meteorologia, Brasília, **Anais do X Congresso Brasileiro de Meteorologia**, CD-ROM, 1998.

MULLER, G.V. Variabilidad Interanual de las heladas em La Pampa Húmeda. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, V.21, n.1, p.141-152, 2006.

NÍMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2º ed. Rio de Janeiro: IBGE – Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989. 421p.

OLIVEIRA, H.T. **Climatologia das temperaturas mínimas e probabilidade de ocorrência de geada no Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 1997. 81f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia, Área de Concentração em Agrometeorologia) – Faculdade de Agronomia, UFRGS.