

## **RELAÇÃO ENTRE EVENTOS EL NIÑO/LA NIÑA E FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DE EXTREMOS FRIOS E QUENTES DE TEMPERATURA NO CONE SUL DA AMÉRICA DO SUL**

**Alice Marlene Grimm**

Universidade Federal do Paraná, Departamento de Física, Caixa Postal 19044, 81531-990 Curitiba, PR  
[grimm@fisica.ufpr.br](mailto:grimm@fisica.ufpr.br)

**Isabela de Mattos Togatlian**

Bolsista CNPq de Iniciação Científica, Grupo de Meteorologia, Departamento de Física, UFPR

### **ABSTRACT**

The relationship between the frequency of extreme daily temperatures events and El Niño and La Niña events is assessed for southern South America in austral winter. Previous studies have shown that most of southern South America presents negative seasonal temperature anomalies during winter of La Niña events and positive anomalies during winter of El Niño events. The present study shows that there are noticeable differences between the frequency of extreme cold and warm events during El Niño and La Niña events. It also points out that the frequency of extreme temperatures changes according to the average anomalies, with a greater increase of the extreme events that are in the same sense as the average anomalies, than decrease of the extremes in the opposite sense.

### **1. INTRODUÇÃO**

Eventos El Niño (EN) e La Niña (LN) produzem significativas alterações na circulação atmosférica e na precipitação do Cone Sul da América do Sul. Pode-se esperar, portanto, que produzam perturbações também nos campos de temperatura na superfície. Embora esses eventos produzam também algumas alterações na temperatura da superfície do mar (TSM), seu maior impacto sobre a temperatura no Cone Sul, a leste dos Andes, deve-se às perturbações produzidas na circulação atmosférica (Barros, Grimm e Doyle, 2002, doravante BGD02).

A leste dos Andes, anomalias de temperatura estão correlacionadas com padrões anômalos de circulação. Por exemplo, o deslocamento para norte (sul) dos máximos ventos de oeste em altitude está associado com anomalias negativas (positivas) de temperatura na superfície durante praticamente todo o ano. Em baixos níveis, o aumento (redução) do gradiente zonal da altura geopotencial entre a baixa do Chaco e a alta do Atlântico, que leva ao fortalecimento (enfraquecimento) do componente de norte do vento em baixos níveis, é usualmente associado com anomalias positivas (negativas) da temperatura na superfície. Em alguns meses, estas alterações na circulação são correlacionadas com TSM nas regiões Niño 3 e 3,4, como o deslocamento latitudinal dos máximos ventos de oeste em altitude na primavera e da variação do gradiente zonal de altura geopotencial durante o outono-inverno e primavera. Estas perturbações da circulação são aspectos consistentemente observados durante eventos EN/LN (Grimm et al., 2000).

As maiores e mais consistentes perturbações sazonais da temperatura na superfície durante eventos EN e LN ocorrem durante o inverno (junho-julho-agosto, JJA) (BGD02), e são mostradas nas figuras 1 e 2. Temperaturas acima do normal dominam quase todo o Cone Sul durante eventos EN e abaixo do normal durante eventos LN. Como pode ser visto na Fig. 3, tal mudança na temperatura deve-se à mudança no gradiente zonal oeste-leste de altura geopotencial nos subtropicais da América do Sul, o que, no caso de EN, aumenta a advecção de ar mais quente do norte. Em eventos LN as anomalias são opostas.

As maiores consequências práticas da alteração da temperatura devem-se frequentemente aos eventos severos, como as geadas ou ondas de calor. Portanto, o objetivo deste trabalho é a verificação do impacto de eventos EN/LN sobre a frequência de ocorrência de eventos severos de temperatura no inverno, tendo em vista seu interesse para o detalhamento da previsão climática.

### **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O dados de temperatura e circulação atmosférica utilizados foram tirados do conjunto gerado pela reanálise do NCEP/NCAR. Como a maior parte das observações de ar superior no Cone Sul foram iniciadas após 1963, utilizou-se o período 1963-1992, para efeito de comparação com análises de outros parâmetros realizadas anteriormente, como precipitação. Os dados de temperatura da reanálise foram comparados com dados observados

em BGD02 e chegou-se a conclusão de que os dados da reanálise reproduziam os principais resultados obtidos com os dados observados e que as anomalias mais fortes eram comuns aos dois conjuntos de dados. Portanto, como o conjunto da reanálise fornece uma cobertura mais ampla e uniforme de dados, optou-se por utilizá-lo. Tendo em vista que o objetivo do presente trabalho é o estudo de eventos severos, pelas mesmas razões escolheu-se utilizar os dados da reanálise. A resolução destes dados para a temperatura é 1,875° de latitude por 1,875° de longitude, enquanto para os demais campos atmosféricos é de 2,5°.

Eventos severos frios (quentes) de temperatura diária foram definidos como aqueles com temperatura igual ou inferior (superior) aos valores correspondentes ao percentil 15 (85) na distribuição de 30 temperaturas (entre 1963-1992) para cada dia entre 1° de junho e 31 de agosto. O seguinte procedimento foi seguido:

i) Para cada um desses 92 dias, as 30 temperaturas entre 1963-1992 foram ordenadas e a cada uma foi atribuído um percentil de ordem, dado por:

$$\text{percentil} = \text{número de ordem} \times \frac{100}{30}$$

ii) Para cada dia no intervalo entre 1° de junho e 31 de agosto, os valores de temperatura correspondentes aos percentis mais próximos de 15 e 85 foram selecionados como os limiares superior e inferior de eventos frios e quentes, respectivamente.

iii) Para cada ano entre 1963-92 e cada dia entre 1° de junho e 31 de agosto, a temperatura daquele dia foi comparada com os limiares superior e inferior e escolhida como evento severo frio se seu valor era menor ou igual ao limiar inferior e como evento severo quente se seu valor era igual ou superior ao limiar superior. Para cada ano foi estabelecida uma contagem de eventos severos frios e quentes.

iv) A frequência relativa de eventos severos frios (quentes) para cada categoria de anos (EN, LN, normais) foi determinada dividindo-se o número total de eventos frios (quentes) pelo número total de dias em cada categoria. Os anos iniciais de eventos EN e LN usados neste estudo são listados na tabela abaixo.

El Niño	1963-1965-1969-1972-1976-1882-1986-1991.
La Niña	1964-1967-1970-1973-1975-1985-1988.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### a. Eventos severos frios

As figuras 4 e 5 mostram a frequência relativa de eventos frios durante eventos EN e LN, respectivamente. Há diferenças consideráveis sobre o Oceano Pacífico e em algumas partes do Atlântico, coerentes com as anomalias esperadas de TSM nestas regiões. Tendo em vista que o Pacífico subtropical leste, junto à costa oeste da América do Sul, normalmente tem TSM acima (abaixo) da normal durante eventos EN (LN), seria esperada a menor (maior) ocorrência de eventos severos frios nesta região. O contrário ocorre em latitudes médias junto à costa oeste da América do Sul. Além disto, o estabelecimento de uma baixa (alta) anômala no Pacífico subtropical leste, a oeste da América do Sul, durante eventos EN (LN), enfraquecendo (fortalecendo) a alta subtropical do Pacífico, dificulta (favorece) a ocorrência de eventos severos frios nesta região durante eventos EN (LN), pois favorece (dificulta) a advecção de ar mais quente dos trópicos para lá. Também a anomalia positiva de altura geopotencial que se estabelece em altas latitudes a sudoeste da América do Sul durante eventos EN e que tem uma contrapartida de sinal contrário deslocada e mais fraca durante eventos LN, contribui para a ocorrência de mais eventos severos frios durante eventos EN nos extratrópicos do Pacífico sudeste e Atlântico sudoeste, ao sul da América do Sul, devido à maior advecção de ar frio polar para esta região. O contrário ocorre durante eventos LN.

No Atlântico subtropical, próximo ao Sudeste, o menor (maior) percentual de eventos severos durante eventos EN (LN) deve-se, provavelmente ao aquecimento (resfriamento) do Atlântico nesta região, associado com eventos EN (LN).

Os aspectos de maior importância prática, contudo, encontram-se sobre o continente. Pode-se observar, por exemplo, que no centro-norte da Argentina e Chile há entre 20 a 25% de eventos severos frios durante eventos LN, enquanto durante eventos EN há entre 10 a 15%. Enquanto isto, na Patagônia o quadro inverso domina: há de 20 a 25% de eventos severos frios durante eventos EN e de 10 a 15% durante eventos LN. Embora haja certa correspondência nos padrões espaciais de maiores e menores frequências de eventos severos em eventos EN e LN, há pequenas diferenças, como, por exemplo, a menor ocorrência de eventos severos frios durante eventos EN no extremo norte da Argentina, parte do Paraguai e parte norte do Sul do Brasil e no Sudeste do Brasil (de 10 a 15%),

em relação a eventos LN (de 15 a 20%). No restante do Cone Sul a frequência de ocorrência de eventos severos frios e quentes é igual em eventos EN e LN (de 15 a 20%).

A comparação do mapa de frequência de ocorrência de eventos severos frios durante anos normais (não mostrado) com o mapa de frequência de ocorrência de eventos severos frios durante anos EN e LN mostra que a frequência de ocorrência de eventos frios é mais aumentada nas regiões mencionadas acima durante eventos LN do que diminuída durante eventos EN, nos quais a frequência é um pouco diminuída em relação aos anos normais.

#### **b. Eventos severos quentes**

Como se poderia esperar, há certa simetria no comportamento da frequência de eventos severos quentes em relação a de eventos severos frios (Figs. 6 e 7). Na maioria das regiões em que predomina o aumento (diminuição) de eventos severos frios, predomina a diminuição (aumento) de eventos severos quentes, em relação aos anos normais. Há, contudo algumas diferenças nesta simetria. Vamos discutir apenas os aspectos sobre o continente, que tem mais interesse prático.

Durante eventos EN há mais frequência de eventos severos quentes no centro-norte da Argentina e Chile, parte do Paraguai e parte sul da Região Sul do Brasil (25 a 30%) do que em eventos LN (10 a 15% no centro da Argentina e Chile e de 15 a 20% no Paraguai e Sul do Brasil). Na Patagônia as diferenças não são notáveis como no caso de eventos severos frios. Há ainda uma diferença notável na frequência de ocorrência de eventos quentes entre eventos EN e LN na faixa leste da Argentina, ao norte da Patagônia, o que não tem correspondência para os eventos severos frios.

### **4. CONCLUSÕES**

Há notáveis diferenças entre a frequência de ocorrência de eventos severos frios e quentes durante o inverno de eventos EN e LN, principalmente sobre os oceanos Pacíficos e Atlântico. Sobre o Cone Sul da América do Sul, as maiores diferenças estão na Argentina central-norte. Estes resultados são coerentes com as áreas de maiores e mais consistentes anomalias sazonais de temperatura no inverno durante eventos EN e LN.

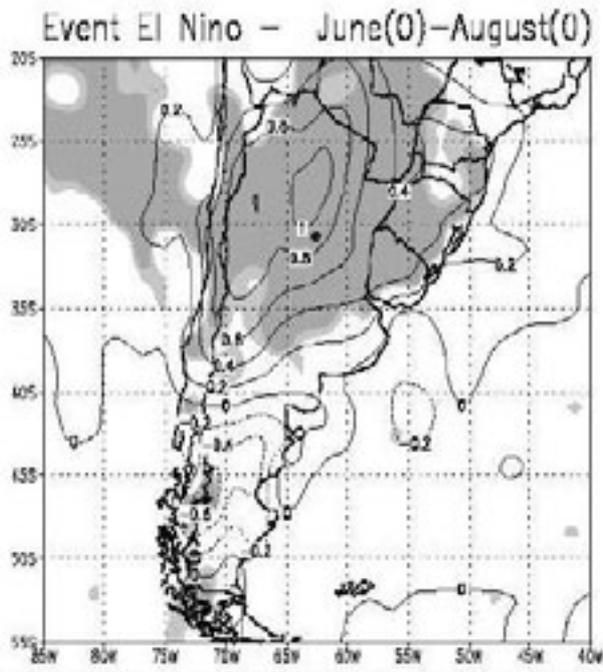
Comparando-se as frequências de eventos severos em eventos EN e LN com as de anos normais, observa-se que há, nestes eventos, maior tendência de ocorrência de eventos severos no mesmo sentido das anomalias sazonais médias do que diminuição da ocorrência de eventos severos em sentido oposto. Por exemplo, o aumento da frequência de eventos severos frios no centro da Argentina durante eventos LN é maior que a diminuição de eventos severos quentes. Da mesma forma, o aumento da frequência de eventos severos quentes no centro da Argentina durante eventos EN é maior que a diminuição de eventos severos frios. Portanto, parece que os eventos EN e LN contribuem para aumentar a variância da temperatura diária.

### **5. AGRADECIMENTOS**

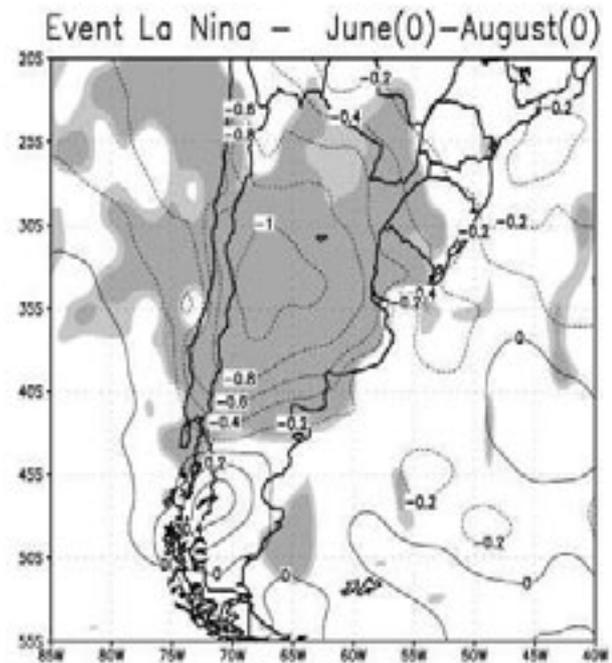
Essa pesquisa contou com o apoio do CNPq e do IAI (Inter-American Institute for Global Change Research).

### **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

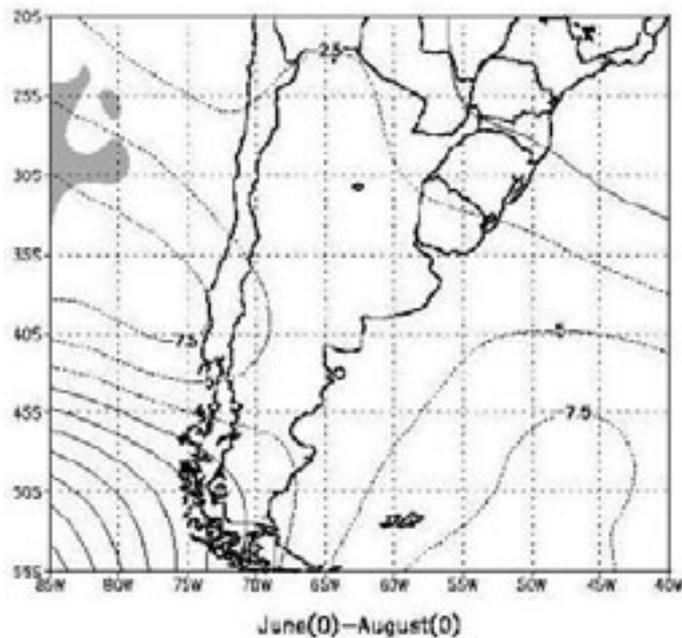
- Barros, V. R. , A. M. Grimm e M. E. Doyle, 2002: Relationship between temperature and circulation in Southeastern South America and its influence from El Niño and La Niña events. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 80, 33-44.
- Grimm, A. M., V. R. Barros, e M. E. Doyle, 2000: Climate variability in Southern South America associated with El Niño and La Niña events. *J. Climate*, 13, 35-58.



**Fig. 1** Composição das anomalias de temperatura na superfície no inverno (JJA) de eventos El Niño, no período 1963-92. As áreas sombreadas indicam consistência das anomalias com nível de confiança maior que 95%.

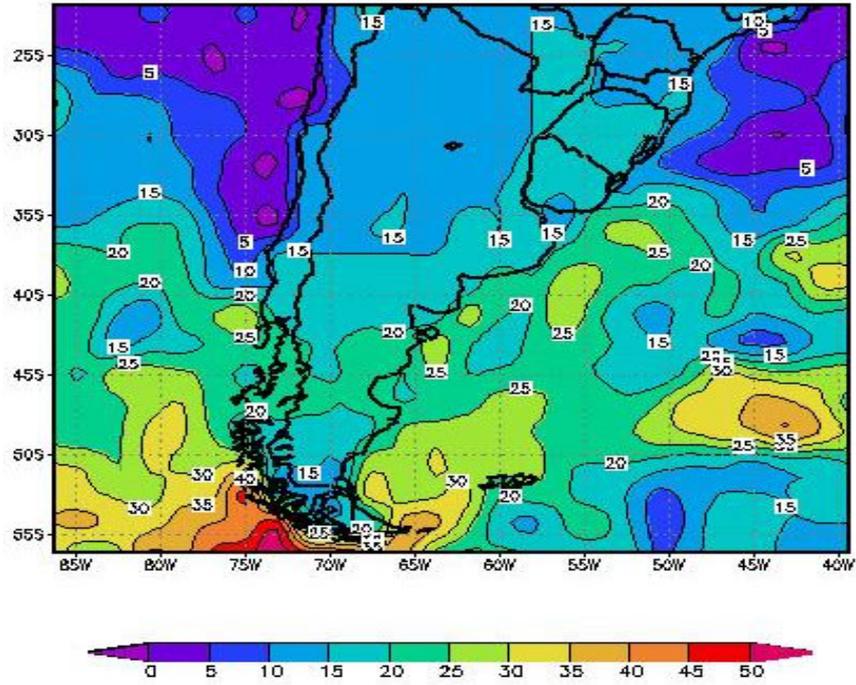


**Fig. 2** Composição das anomalias de temperatura na superfície no inverno (JJA) de eventos La Niña, no período 1963-92. As áreas sombreadas indicam consistência das anomalias com nível de confiança maior que 95%.



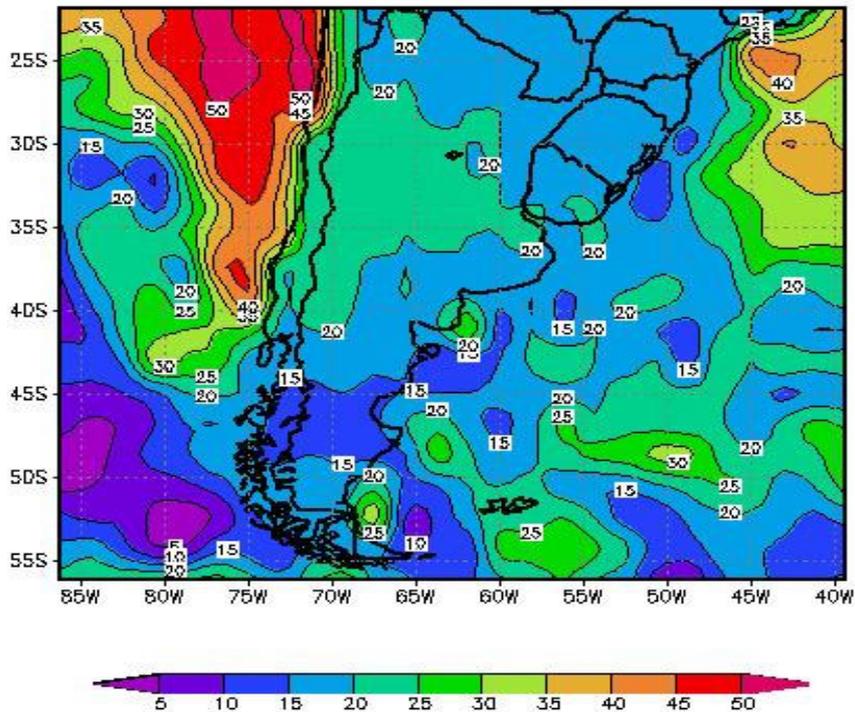
**Fig. 3** Composição de anomalias de altura geopotencial em 850 hPa para o inverno (JJA) de eventos El Niño, no período 1963-92. As áreas sombreadas indicam consistência das anomalias com nível de confiança maior que 95%.

### Percentual de Eventos Severos Frios – El nino



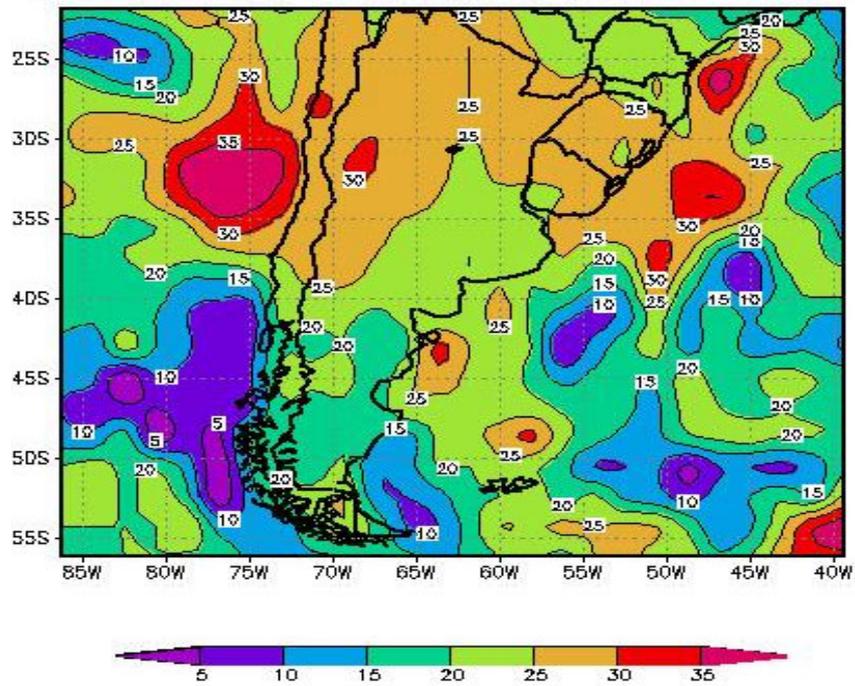
**Fig. 4** Frequência relativa de ocorrência de eventos extremos frios de temperatura diária durante o inverno (JJA) de eventos El Niño.

### Percentual de Eventos Severos Frios – La Nina



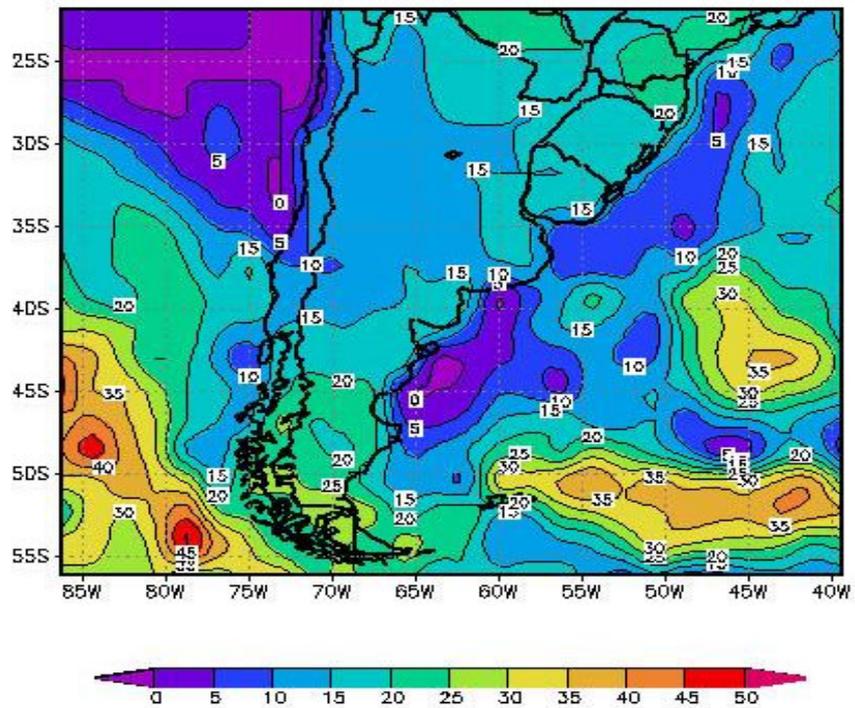
**Fig. 5** Frequência relativa de ocorrência de eventos extremos frios de temperatura diária durante o inverno (JJA) de eventos La Niña.

### Percentual de Eventos Severos Quentes – El Niño



**Fig. 6** Frequência relativa de ocorrência de eventos extremos quentes de temperatura diária durante o inverno (JJA) de eventos El Niño.

### Percentual de Eventos Severos Quentes – La Niña



**Fig. 7** Frequência relativa de ocorrência de eventos extremos quentes de temperatura diária durante o inverno (JJA) de eventos La Niña.