

## Influência dos fenômenos ENOS na ocorrência de frentes frias no litoral sul do Brasil

Natalia Pereira, Andrea de Lima Ribeiro, Fernando D’Incao

*Instituto de Oceanografia  
Universidade Federal do Rio Grande, RS  
e-mail: nataliapereira@furg.br*

### Resumo

Os fenômenos climáticos de grande escala El Niño e La Niña estão associados a variações na temperatura da superfície do mar no oceano Pacífico equatorial. No extremo sul do Brasil, esses fenômenos são responsáveis pela mudança dos padrões de ocorrência e intensidade dos sistemas frontais. Portanto, foi de interesse desta pesquisa avaliar alguns eventos para compreender melhor seus efeitos. Foram analisados três períodos: Junho de 2004 a Maio de 2005; Junho de 2005 a Maio de 2006 e Junho de 2007 a Maio de 2008. Esses espaços de tempo correspondem a um período de El Niño, Neutro e La Niña, respectivamente. A análise das frentes foi realizada através de cartas sinóticas do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos-CPTEC. As frentes foram contabilizadas e classificadas de acordo com a sua intensidade. Além disso, foram realizadas correlações lineares entre um índice de intensidade dos ENOS, disponibilizado pelo National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), e a intensidade das frentes. Os resultados foram agrupados sazonalmente. No fenômeno El Niño, ocorreu uma diminuição na quantidade de frentes frias na região em todas as estações, exceto no outono, e a maior diferença aconteceu no verão, momento em que ocorreram 4 frentes no período do El Niño e 14 no período neutro. No outono, essa discrepância não foi acentuada porque o fenômeno ENOS perdeu intensidade, tendendo à neutralidade. Em termos de intensidade de frentes, o ENOS interferiu na sua desaceleração de maneira considerável somente na primavera. No período de La Niña, ocorreu um aumento no número de frentes frias em todas as estações, principalmente no inverno, ocasião em que ocorreram 18 sistemas contra 11 no período neutro. Em contrapartida, a intensidade das frentes frias não sofreu influência significativa do fenômeno, exceto em outubro. Portanto, o clima da região do extremo sul do Brasil sofre influência direta de ambos os fenômenos ENOS analisados e essa influência é condicionada pela intensidade com que eles se apresentam.

**Palavras-chave:** ENOS, sistemas frontais.

## Summary

The climatologic phenomena of large-scale El Niño and La Niña are associated with variations in surface temperature of the Pacific Ocean. In the southern Brazil, they are responsible for changing the patterns of occurrence and intensity of frontal systems and the events was analyzed to understand their effects. Three periods were analyzed: June 2004 to May 2005, June 2007 to May 2008 and June 2005 to May 2006. These periods correspond to El Niño, La Niña and neutral period, respectively. The front system analysis was made using synoptic maps of the Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC). The fronts were counted and classified according to their intensity, and the linear correlations were performed between an index of intensity of ENSO, provided by the National Oceanic Atmospheric Administration (NOAA), and the intensity of fronts. The results were seasonally grouped. During the El Niño happened a decrease in the amount of cold fronts at the region in all seasons (autumn excepted), and the biggest difference occurred in the summer (there was 4 fronts in El Niño period and 14 in neutral period). In La Niña period, there was an increase of the number of cold fronts in all seasons, especially in winter (18 front systems); at neutral period occurred 11 front systems. However, the intensity of cold fronts was not affected by the phenomenon, except in October. Therefore, the climate of the region in southern Brazil is influenced by both direct ENSO phenomena analyzed and this is conditioned by the intensity that they present themselves.

**Keywords:** ENSO, frontal systems.

## Introdução

As mudanças no tempo nas regiões Sul e Sudeste do Brasil estão geralmente associadas à passagem de sistemas frontais, que são sistemas meteorológicos típicos de latitudes médias e atuantes durante todo o ano.

Os fenômenos climáticos de grande escala El Niño e La Niña estão associados a variações na temperatura da superfície do mar no Oceano Pacífico equatorial. Ambos os fenômenos influenciam o clima de diferentes regiões do globo, dependendo de sua intensidade (Kousky 1979, Satyamurty *et al* 1998, Rodrigues *et al* 2004).

No extremo sul do Brasil, esses fenômenos são responsáveis pela mudança dos padrões de ocorrência e intensidade dos sistemas frontais. Em anos de El Niño, as frentes frias enfraquecem e, em anos de La Niña, há um fortalecimento desses sistemas devido à mudança dos padrões de circulação de grande escala (Berlato *et al* 2003). Portanto, fez-se necessário analisar alguns eventos para compreender melhor esses efeitos.

## Material e métodos

Os dados mensais de intensidade de El Niño e La Niña foram obtidos no sítio eletrônico do NOAA ([www.cdc.noaa.gov](http://www.cdc.noaa.gov)). Esses dados são índices numéricos denominados MEI (Multivariate ENSO Index).

O MEI é calculado a partir da observação das seis principais variáveis observadas no oceano Pacífico tropical: pressão no nível do mar, as componentes zonal e meridional do vento predominante na superfície do mar, temperatura atmosférica e fração do céu coberta por nuvens. Após o agrupamento de forma bimestral, os parâmetros são reunidos em uma matriz, de onde se extrai sua co-variância. Os valores de 1 a 19 correspondem ao fenômeno La Niña, de 20 a 39 correspondem à neutralidade e de 40 a 59 correspondem ao El Niño. No primeiro caso, quanto mais próximo de 1, mais intenso é o fenômeno La Niña, enquanto que na terceira situação, quanto mais próximo de 59, mais intenso é o fenômeno.

Três cidades litorâneas do Rio Grande do Sul foram escolhidas como pontos de referência para a análise sinótica: Torres (29°20'07"S e 49°43'37"O), Santa Vitória do Palmar (33°31'08"S e 53°22'05"O) e Rio Grande (32°02'06"S e 52°05'55"O). A passagem e intensidade de frentes frias nesses pontos são monitoradas diariamente pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) através de cartas sinóticas de superfície. Essas cartas são analisadas mensalmente pelo mesmo grupo de trabalho e discutidas no Boletim Climanalise. Nesses boletins mensais, são descritas as trajetórias e intensidades, diferentemente das cartas diárias, que nem sempre informam a existência e as posições corretas desses sistemas.

A identificação preliminar dos sistemas frontais foi realizada com o auxílio das cartas sinóticas disponibilizadas pelo CPTEC. Foram levadas em consideração as frentes frias e as frentes estacionárias e estas foram contadas somente uma vez, mesmo que tivessem permanecido nas estações de estudo por um período maior que 6 horas (intervalo de tempo entre cada carta sinótica). Por não fornecerem o posicionamento correto dos sistemas frontais e para evitar erros de interpretação de outros processos atmosféricos (tais como sistemas convectivos de mesoescala, muitas vezes assinalados como frentes frias), as informações fornecidas pelas cartas sinóticas do CPTEC foram complementadas por análises de outras ordens. Foram consultadas também as cartas sinóticas fornecidas pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), vinculada à Marinha do Brasil. Essas cartas proveram dados que corroboraram os fornecidos pelas cartas sinóticas do CPTEC quanto à existência de sistemas frontais na região de análise, porém em ambos os casos o deslocamento e a intensidade das frentes frias não foram levados em consideração.

Para análise do deslocamento e intensidade das frentes frias, foi

utilizado como base o Boletim Climanálise, disponibilizado mensalmente pelo CPTEC. Nele são fornecidas informações sobre quantidade de frentes frias, sua intensidade e deslocamento, indicando sua origem, área total de atuação e o período pelo qual atuaram.

Foram escolhidos três períodos: junho de 2004 a maio de 2005, junho de 2005 a maio de 2006 e junho 2007 a maio de 2008, referentes a períodos de El Niño, Neutro e La Niña, respectivamente.

A análise dos dados foi realizada de maneira sazonal para os três períodos, sendo que, para o hemisfério Sul, a estação de inverno compreende os meses de junho a agosto; a primavera, de setembro a novembro; o verão, de dezembro a fevereiro e o outono, de março a maio.

Para cada trimestre de cada período de fenômeno foram calculadas as médias aritméticas do MEI e somados os números das passagens de frentes frias pelo litoral do Rio Grande do Sul. Esses dados foram agrupados em quatro gráficos, nos quais se pode avaliar a influência dos fenômenos ENOS sobre a ocorrência dos sistemas frontais em diferentes épocas do ano, no litoral do Rio Grande do Sul.

### Resultados e discussão

No primeiro período (junho/2004 a maio/2005), todos os meses apresentaram MEI característicos do fenômeno El Niño, com exceção de setembro e dezembro de 2004 e maio de 2005, que apresentaram MEI 39, 35 e 39 respectivamente. O MEI desses meses indica um período de neutralidade, tendendo ao El Niño.

No segundo período (junho/2005 a maio/2006), todos os meses apresentaram MEI característico de um período de neutralidade, com exceção de dezembro de 2005 e março de 2006, em que apresentaram MEI 18 e 16, respectivamente. Apesar de apresentarem índices característicos de eventos de La Niña, percebe-se que foram eventos pontuais e que retornaram às condições de neutralidade já no período de análise subsequente.

No período de análise de La Niña (junho de 2007 a maio de 2008), todos os meses apresentaram índices característicos do fenômeno, com exceção de maio de 2008 (MEI 32), já indicando um retorno às condições de neutralidade.

Durante o Inverno (Figura 1), o comportamento padrão dos fenômenos analisados é mais evidenciado, já que esta é a época de maior incidência de frentes frias na região estudada, segundo Satyamurty & Mattos (1998) e Gan & Rao (1991).

No período correspondente ao fenômeno El Niño, é possível observar uma brusca diminuição no número de frentes frias (apenas três) e o enfraquecimento delas, o que contribui para uma maior formação de blo-

queios atmosféricos, que resultam em elevados índices pluviométricos na região de análise, quando em comparação ao ano neutro (onde ocorreram onze), na área de estudo. Com a taxa de evaporação contínua, haveria a formação de uma massa de ar quente e úmida em cima da área de estudo que não seria transportada para outras regiões devido ao enfraquecimento das frentes e poderia colaborar para um aumento na precipitação pluvial no período. Esse resultado é condizente com o proposto por Grimm *et al* (2000), que encontraram anomalias positivas de precipitação no inverno subsequente ao início do fenômeno El Niño na região.

Em contrapartida, durante o fenômeno La Niña, foi registrado um aumento substancial do número de sistemas frontais que passaram pela região de estudo, sendo registrados dezoito no total. Essa frequência é superior à encontrada no ano neutro.

Foi estabelecida ainda uma correlação direta entre o MEI e a quantidade de frentes frias que passaram pela região (Figura 1). Valores intermediários deste índice (correspondentes ao ano neutro) resultaram em uma frequência de frentes frias dentro da média climatológica para a região, estimada por Kousky (1979). Valores menores deste índice (correspondentes ao fenômeno La Niña) apresentaram a maior incidência de sistemas frontais dentre os períodos analisados. Os maiores valores do MEI (correspondentes ao fenômeno El Niño) coincidiram com o período de menor incidência de frentes frias, abaixo da média climatológica para a região.

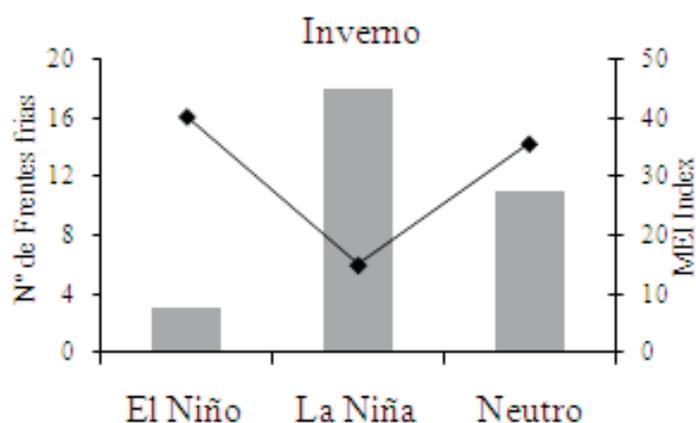


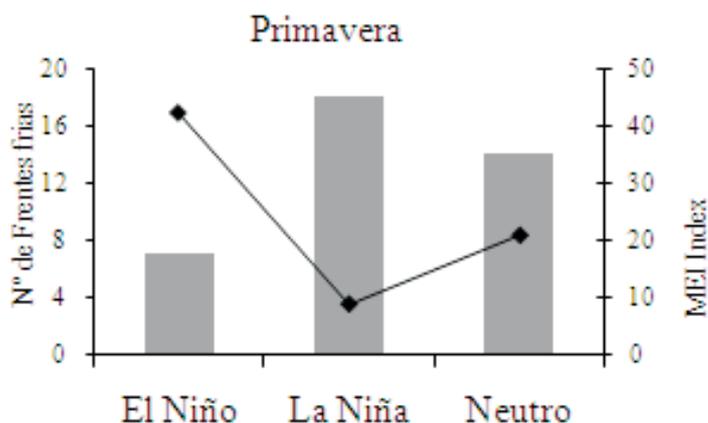
Figura 1. Número de frentes frias (colunas) e o Multivariate ENSO Index (MEI) médio (linha) dos períodos de El Niño (junho de 2004 a maio de 2005), La Niña (junho 2007 a maio de 2008) e Neutro (junho de 2005 a maio de 2006), durante o inverno.

Durante a primavera, a diferença entre a quantidade de frentes frias nos três períodos de análise não foi tão evidenciada quanto no inverno. Mesmo assim, é possível observar a influência de cada evento climatológico na mudança do padrão de passagem de sistemas frontais no extremo sul do Brasil. (Figura 2)

Durante o El Niño, observou-se novamente a redução da incidência de frentes frias, somando sete no total, comparando ao ano neutro, quando ocorreram quatorze sistemas frontais nessa estação. Percebe-se que novamente a frequência das frentes frias ficou abaixo da média climatológica para o período.

Embora de maneira não tão acentuada quanto no inverno, houve um aumento no número de frentes frias durante o evento La Niña, quando comparado ao ano neutro. Enquanto no primeiro ocorreram dezoito sistemas, no segundo ocorreram apenas quatorze.

A correlação entre o MEI e a quantidade de frentes frias (Figura 2) também foi estabelecida para esta estação, demonstrando o mesmo padrão de comportamento que o visualizado no inverno para os três períodos de análise.

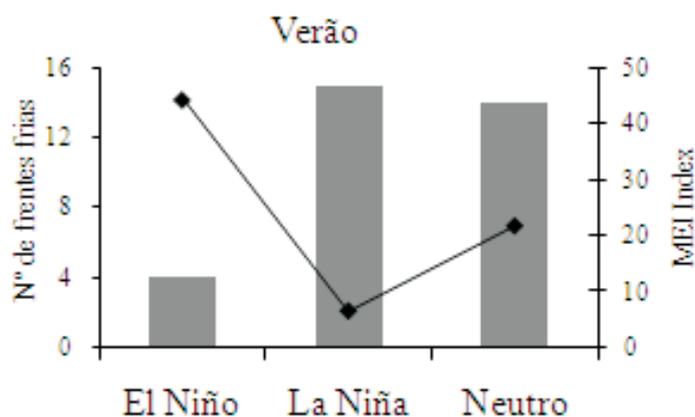


**Figura 2.** Número de frentes frias (colunas) e o Multivariate ENSO Index (MEI) médio (linha) dos períodos de El Niño (junho de 2004 a maio de 2005), La Niña (junho 2007 a maio de 2008) e Neutro (junho de 2005 a maio de 2006), durante a primavera.

O verão foi caracterizado por um El Niño moderado, modificando a média climatológica de incidência de frentes frias na região, enquanto a La Niña foi considerada como fraca, tendo pouca influência na mudança

desse padrão, tornando as condições climatológicas semelhantes as do ano neutro (Figura 3).

O fenômeno El Niño foi novamente decisivo na determinação da climatologia da região, que apresentou quatro sistemas frontais durante a estação. Esse número foi muito inferior ao registrado no ano considerado neutro. Nesse período, foi registrada a passagem de quatorze frentes frias na mesma região, o que corrobora a correlação encontrada entre a intensidade do fenômeno (representada pelo MEI Index) e sua representatividade na mudança dos padrões climatológicos da região.

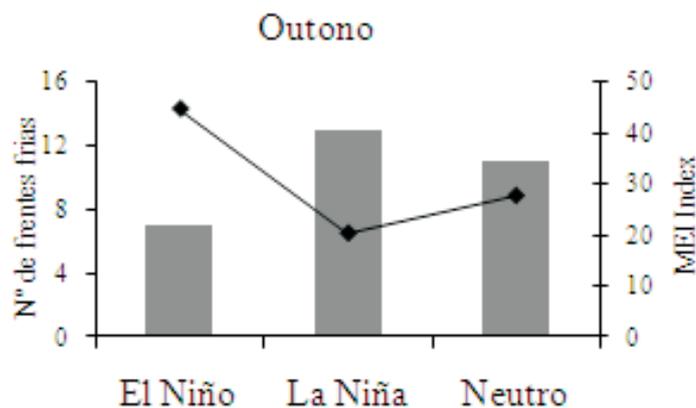


**Figura 3.** Número de frentes frias (colunas) e o Multivariate ENSO Index (MEI) médio (linha) dos períodos de El Niño (junho de 2004 a maio de 2005), La Niña (junho 2007 a maio de 2008) e Neutro (junho de 2005 a maio de 2006), durante o verão.

O fenômeno La Niña não se mostrou intenso, o que pode ser observado com a pequena ocorrência de frentes frias no período (apenas quinze), quando comparada ao ano neutro (quatorze sistemas frontais na região). A fraca influência do fenômeno se torna mais evidenciada.

O fenômeno La Niña foi representativo no outono, causando um aumento na ocorrência de frentes frias da mesma forma como ocorre no inverno e na primavera.

Já o fenômeno El Niño apresentou valores médios de MEI iguais aos outros períodos, o que resultou em uma representatividade semelhante no regime de frentes frias da região (Figura 4).



**Figura 4.** Número de frentes frias (colunas) e o Multivariate ENSO Index (MEI) médio (linha) dos períodos de El Niño (junho de 2004 a maio de 2005), La Niña (junho 2007 a maio de 2008) e Neutro (junho de 2005 a maio de 2006), durante o outono.

### Conclusão

A ação do fenômeno El Niño na diminuição da quantidade de frentes frias na região ficou mais evidenciada no inverno, já que essa é a estação de maior ocorrência desses sistemas meteorológicos.

Durante a La Niña, identificou-se um pequeno aumento na passagem de sistemas frontais pela região, principalmente no inverno, com a passagem de 18 sistemas frontais, enquanto houve apenas 11 frentes frias no período neutro. Isso pode variar ainda de acordo com a intensidade do fenômeno.

Portanto, a passagem dos sistemas frontais no extremo sul do Brasil sofre influência direta de ambos os fenômenos ENOS analisados e essa influência é condicionada pela intensidade que eles se apresentam.

### Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq (Conselho Nacional de Pesquisa), que participou do financiamento deste trabalho através da concessão de bolsa de Iniciação Científica (PIBIC- CNPq) e bolsa de Mestrado.

## Referências

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. **El Niño e La Niña: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul: aplicações de previsões climáticas na agricultura.** Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2003. 110 p.

GAN, M. A.; RAO, V. B. Surface cyclogenesis over South America. **Monthly Weather Review**, v. 119, p. 1293-1302, 1991.

GRIMM, A. M.; BARROS, V. R.; DOYLE, M. E. Climate variability in Southern South America associated with El Niño and La Niña events. **Journal of Climate**, v. 13, n. 1, p. 35-58, 2000.

KOUSKY, V. E. Frontal influences on Northeast Brazil. **Monthly Weather Review**, v. 107, p. 1140-1153, 1979.

RODRIGUES, M. L. G.; FRANCO, D.; SUGAHARA, S. Climatologia de frentes frias no litoral de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 22, n. 2, p. 135-151, 2004.

SATYAMURTY, P. et al. Tropics — South America. In: KAROLY, D. J.; VINCENT, D. G. (Ed.). **Meteorology of the Southern Hemisphere.** Boston: American Meteorological Society, 1998. p. 119-139. (Meteorological Monograph).

NATIONAL AND OCEANIC ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. Disponível em: <<http://www.cdc.noaa.gov>>. Acesso em: 30 ago. 2009.

Submetido em: 10/novembro/2009

Aceito em: 08/novembro/2010

