

# INFLUENCIA DO ENOS SOBRE RISCOS CLIMATICOS ASSOCIADOS A TOTAIS MENSAIS DE CHUVA EM PELOTAS E PASSO FUNDO, RS

ALINE DE H. N. MAIA<sup>1</sup>, ANA M. HEUMINSKI DE AVILA<sup>2</sup>

1 Eng<sup>a</sup>. Agrônoma, Pesquisadora A, Laboratório de Geotecnologias e Métodos Quantitativos, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna - SP, Fone: (0 xx 19) 3867 8726, ahmaia@cnpma.embrapa.br.

2 Dr<sup>a</sup>. Pesquisadora, CEPAGRI, UNICAMP, Cidade Universitária Zeferino Vaz, 13083-970, Campinas, SP, Fone: (0 xx 19) 3521 2460, avila@cpa.unicamp.br.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE

**RESUMO** – As chuvas no RS sofrem forte influência do fenômeno El Niño/Oscilação Sul (ENOS), especialmente no período primavera–início de verão. Neste trabalho, quantificamos o impacto do ENOS sobre riscos relacionados a totais mensais de chuva, em Passo Fundo e Pelotas, no período de Outubro a Março, considerado como o mais importante para a cultura do milho no estado. A informação para estimação de risco foi sumarizada em distribuições acumuladas empíricas ( $F(y)=P(Y<y)$ ) dos totais mensais de chuva ( $Y$ ), para cada classe do ENOS (El Niño, La Niña e Neutro). Foram utilizados métodos descritivos e não paramétricos para quantificar a influência do ENOS sobre  $F(y)$ . Observou-se que uma influência consistente do ENOS foi mais pronunciada nos meses de Outubro e Novembro, nos dois locais. A máxima divergência entre as  $F(y)$  para as classes El Niño e La Niña ocorreu em Novembro, em Passo Fundo (0,67); a máxima divergência entre medianas (88 mm), foi observada no mesmo local e período. Esses resultados mostram que em algumas situações, o ENOS tem alto impacto sobre  $F(y)$ , confirmando a necessidade de considerar indicadores da intensidade do sinal do ENOS e seus impactos nas estimativas de risco.

**PALAVRAS-CHAVE:** El Niño, previsões sazonais, métodos não paramétricos

## INFLUENCE OF ENSO ON CLIMATIC RISKS ASSOCIATED WITH MONTHLY RAINFALL AT PASSO FUNDO AND PELOTAS, RS, BRAZIL.

**ABSTRACT:** Rainfall in the Rio Grande do Sul State (Brazil) is highly influenced by the El Niño/Southern Oscillation (ENSO). Rainfall positive anomalies are observed during El Niño years and negative anomalies during La Niña events, especially in the spring-early summer. In this paper, the period October-March was evaluated. Such period is considered the most important one for maize in RS. The information used for estimating risks was summarized in empirical cumulative distributions ( $F(y)=P(Y<y)$ ) of monthly rainfall amount ( $Y$ ), for each ENSO class (El Niño, La Niña e Neutral). Descriptive and non parametric methods were used for quantifying ENSO influence on  $F(y)$ . A consistent influence of ENSO was more intense for October and November, in both locations. Maximum divergence between  $F(y)$  for El Niño and La Niña occurred in Novembro, at Passo Fundo (0.67); maximum divergence between medians (88 mm), was observed for the same period and location. These results confirm that in some cases, ENSO has high impact on  $F(y)$ , confirming the need for accounting for ENSO signal intensity indicators and their impacts on climate risk estimates.

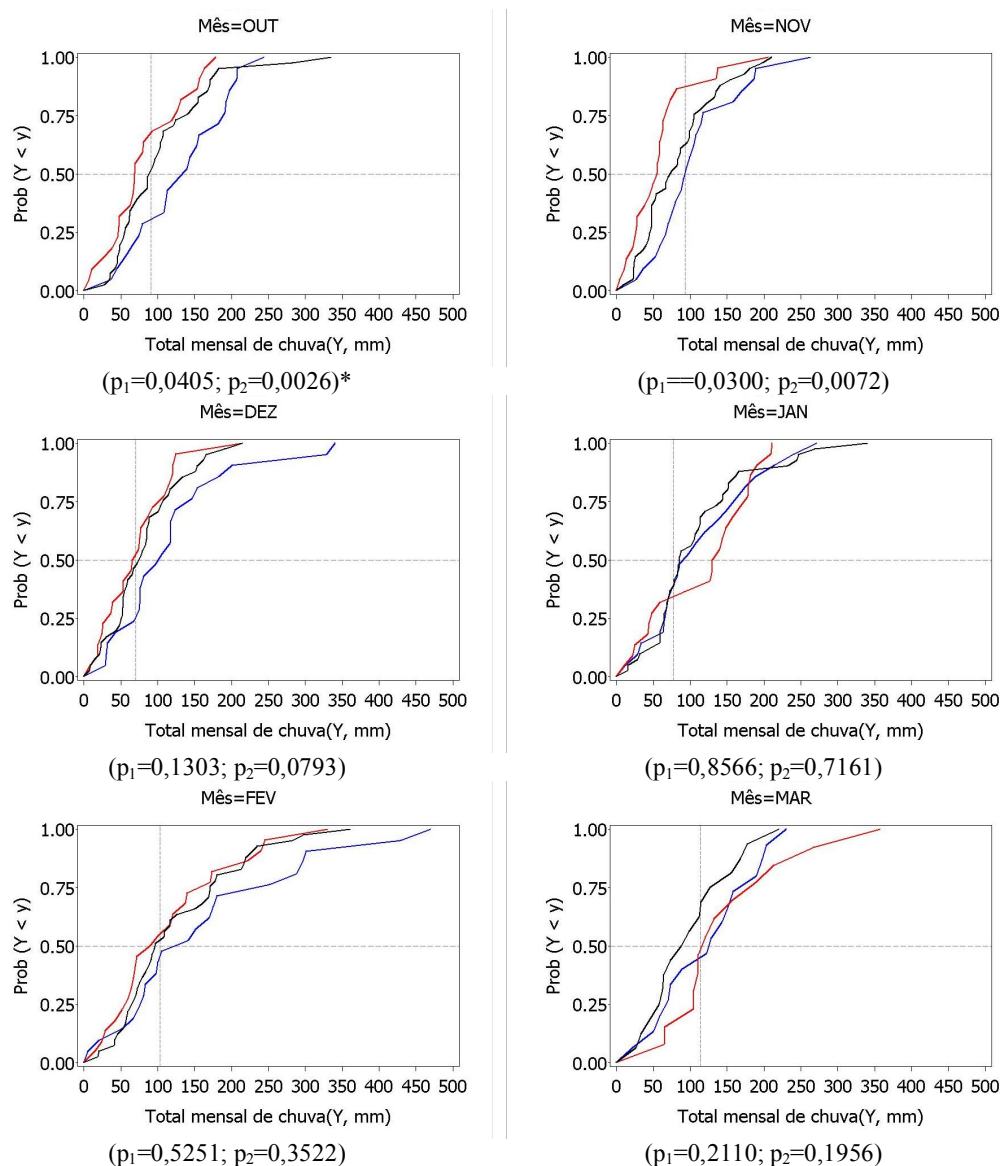
**KEY WORDS:** El Niño, seasonal forecasts, non parametric methods

**INTRODUÇÃO:** O Rio Grande do Sul sofre forte influência do fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS, RAO & HADA, 1990). Anomalias positivas (negativas) de chuvas são observadas em anos de El Niño (La Niña), especialmente na primavera–início de verão do ano de início do fenômeno (FONTANA & BERLATO, 1996). O milho é uma das principais culturas agrícolas da safra primavera-verão no RS e sua produtividade varia muito de uma safra para outra (BISOTTO, 2001). A principal causa dessa variabilidade é a disponibilidade hídrica no solo, sobretudo no período que vai do pendoamento ao início do enchimento de grãos (BERGAMASCHI et al., 2004). Embora o RS apresente um regime hídrico praticamente constante o ano inteiro, sem estação seca definida, a demanda evaporativa aumenta com a aproximação do solstício de verão, podendo ocorrer déficit hídrico para algumas culturas, mesmo em anos considerados normais. Estudos têm mostrado uma forte relação entre ENOS e produtividade do milho no RS (FONTANA E BERLATO, 1996; BERLATO et al., 2005). Essas informações são úteis para se decidir sobre alternativas de manejo da cultura do milho, com a finalidade de maximizar a eficiência do sistema. Nos estudos anteriormente citados, apesar de ser avaliada a influência do ENOS sobre a precipitação, riscos correspondentes a cada classe do ENOS não foram expressamente quantificados, em termos de probabilidades. Os objetivos deste trabalho foram: a) estimar riscos climáticos relacionados ao déficit hídrico para cultura do milho em Passo Fundo e Pelotas, para cada uma das classes do ENOS e b) quantificar de forma objetiva, utilizando medidas descritivas e métodos de inferência estatística, a influência do ENOS sobre esses riscos e c) discutir as vantagens e limitações dos métodos utilizados.

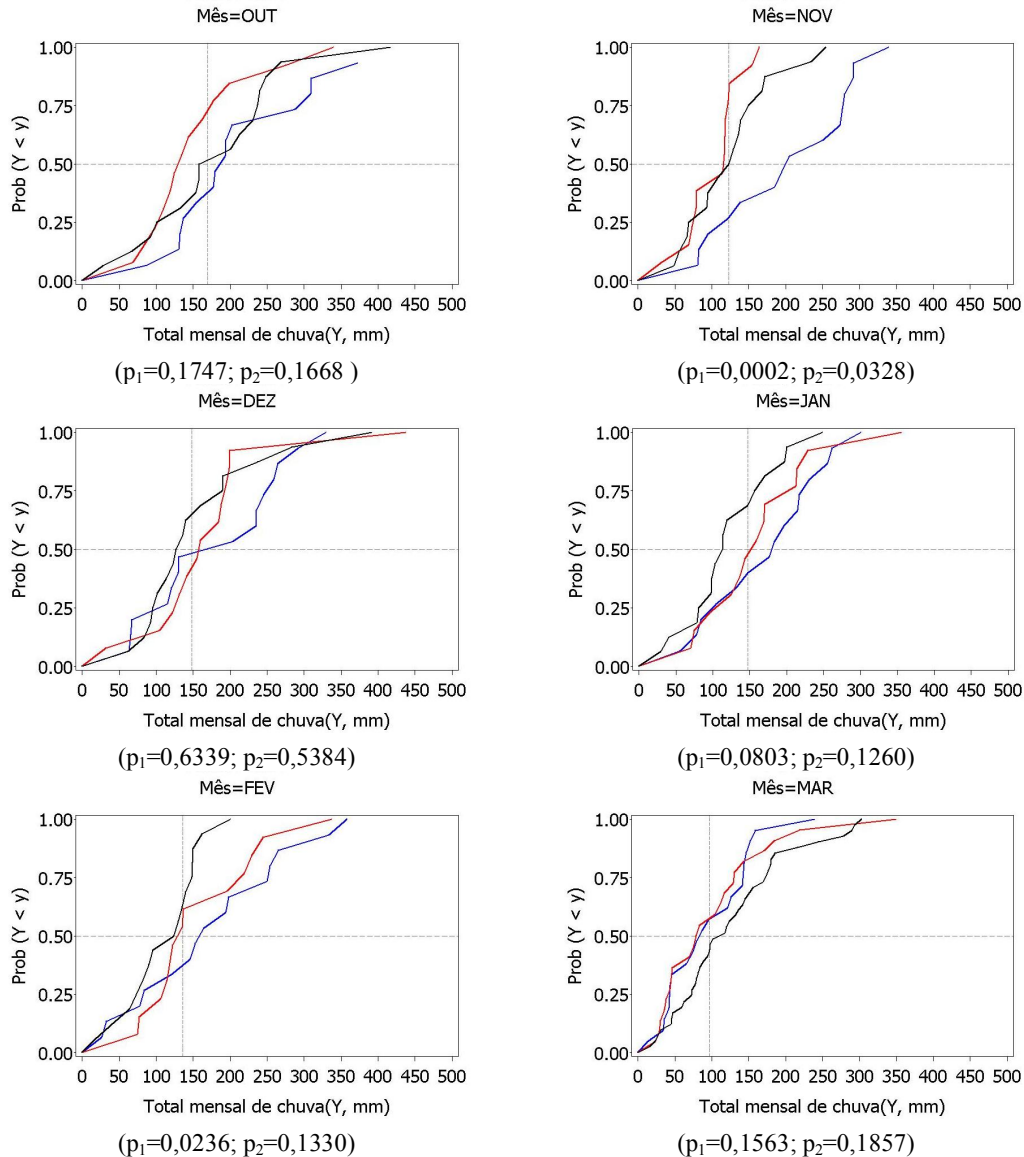
**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram utilizadas séries de dados mensais de precipitação das estações meteorológicas de Passo Fundo (1961-2006) e Pelotas (1922-2006) no período de Outubro a Março. Segundo BERLATO ET AL (2005), a precipitação pluviométrica mais associada à produtividade do milho no RS, corresponde a esse período. Cada ano foi alocado em uma das três classes do ENOS (El Niño, La Niña e Neutro), de acordo com padrões de variação das médias móveis trimestrais do índice do Niño 3.4 (NOAA, 2006). A informação para estimação de risco foi sumarizada em distribuições acumuladas empíricas ( $F(y)=P(Y<y)$ ) dos totais mensais de chuva ( $Y$ ), para cada classe do ENOS. Foram realizadas análises descritivas (distâncias horizontais e verticais entre as curvas) para caracterização preliminar da magnitude do efeito do ENOS sobre  $F(y)$ . As distribuições acumuladas em cada classe foram estimadas pelo método de Kaplan-Meier e comparadas pelo teste Log-Rank (KALBFLEISCH & PRENTICE, 1980). A comparação entre medianas foi feita pelo teste Kruskal-Wallis (CONOVER, 1980). Detalhes dos métodos estatísticos utilizados estão descritos em MAIA et al (2006), MAIA & MEINKE (2006) e MAIA et al (2007).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** As distribuições acumuladas ( $F(y)$ ) dos totais mensais (Mar-Out) para cada uma das classes do ENOS e as evidências (valores  $p$ ) de efeito do ENOS sobre essas distribuições, em Pelotas e Passo Fundo, são apresentadas nas Figuras 1 e 2. A partir dessas distribuições pode ser estimada a probabilidade de o total de chuvas num mês específico ser inferior a um limite crítico ( $y$ ), para qualquer valor de  $y$ . A escolha do limite crítico para a cultura do milho depende da cultivar, do tipo de solo e da demanda evaporativa, entre outros fatores. Observa-se que nos dois locais, sinais consistentes do ENOS são mais pronunciados nos dois meses iniciais do período estudado, resultado consistente com as observações de GRIMM et al. (1998). A magnitude do efeito do ENOS sobre os riscos (distâncias verticais, Figs, 1 e 2) variou consideravelmente nos locais e períodos. Em algumas situações, as distribuições acumuladas para as classes EN e LN são muito similares (ex. Janeiro e Março, Passo Fundo); em outras são observadas diferenças entre riscos da ordem de 60 pontos percentuais (Novembro, Passo Fundo). Neste trabalho, foi feita apenas

uma análise preliminar, avaliando-se os impactos do ENSO sobre totais de chuva. No entanto, os mesmos métodos podem ser empregados para quantificar impactos mais diretamente associados à cultura do milho, como risco de déficit hídrico durante a floração, ou riscos de baixos valores do índice de satisfação de necessidade de água (ISNA), um dos critérios utilizados no zoneamento dessa cultura no estado (MALUF et al, 2001). Os testes estatísticos foram utilizados para quantificar evidências de efeitos do ENSO, via níveis de significância nominal (valores p), que variam entre 0-1 (quanto menor o valor p, maior a evidência). Como complemento aos métodos gráficos e descritivos, os valores p ‘alertam’ para o risco de decisões baseadas em impactos aparentes do ENSO (‘artificial skill’), principalmente quando o tamanho das séries históricas utilizadas é pequeno e a variabilidade entre anos na mesma classe é grande.



**Figura 1.** Funções de distribuição empíricas acumuladas para os totais mensais de chuva (Nov-Mar,1922-2006), em Pelotas/RS, para diferentes classes do ENOS: El Niño (EN), La Nina (LN) e Neutro (NEU). \* Valor p dos testes Kruskal-Wallis (p1) e Log-Rank (p2). A linha vertical corresponde à mediana histórica.



**Figura 2.** Funções de distribuição empíricas acumuladas para os totais mensais de chuva (Nov-Mar,1961-2005), em Passo Fundo/RS, para diferentes classes do ENOS: El Niño (EN), La Nina (LN) e Neutro (NEU). \* Valor p dos testes Kruskal-Wallis (p<sub>1</sub>) e Log-Rank (p<sub>2</sub>). A linha vertical corresponde à mediana histórica.

Os métodos inferenciais propostos têm a vantagem de não requerer pressuposições sobre o tipo de distribuição de probabilidade (ex. Normal, Lognormal, Gama) da variável estudada. Essa abordagem, dita não paramétrica, é útil na avaliação de padrões espaciais dos impactos do ENOS onde o uso de métodos paramétricos exigiria verificação da validade de pressuposições para um grande número de locais.

**CONCLUSÕES:** A intensidade do sinal do ENOS varia consideravelmente entre locais e períodos do ano, requerendo avaliações específicas, que dependem do tipo de risco investigado. A quantificação dos impactos do ENOS sobre riscos climáticos associados a culturas anuais é fundamental para a melhoria dessas estimativas, para locais e períodos onde o sinal do fenômeno é intenso. A inclusão de variáveis que capturam mudanças de padrões

históricos em decorrência do aquecimento global, como é o caso de índices do ENOS, (ex. maior frequência de El Niños nos últimos 20 anos), torna-se imprescindível para aperfeiçoamento dos métodos de estimação de risco climático, especialmente aqueles utilizados para zoneamento de risco para as culturas anuais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVILA, A. M. H. de. **Regime de precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul com base em séries de longo prazo**. Porto Alegre: UFRGS, 1994. 75p.
- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; BERGONCI, J.I.; BIANCHI, C.A.M.; MÜLLER, A.G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B.M.M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.831-839, 2004.
- BERLATO, M.A.; FARENZENA, H.; FONTANA, D.C. Associação entre El Niño Oscilação Sul e a produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.5, p.423-432, maio 2005.
- BISOTTO, V. Algumas considerações sobre a cultura do milho. In: INDICAÇÕES técnicas para a cultura do milho no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: FEPAGRO/ Embrapa Trigo/EMATER/RS/FECOAGRO/RS, 2001. 195 p. (Boletim Técnico, n.6).
- FONTANA, D.C.; BERLATO, M.A. Relação entre El Niño Oscilação Sul (ENOS), precipitação e rendimento do milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.2, p.39-46, 1996.
- KALBFLEISCH, J.D.; PRENTICE, R.L. **The statistical analysis of failure time data**. New York: John Wiley & Sons, 1980.
- GRIMM, A.; FERRAZ, S.E.T.; GOMES, J. Precipitation anomalies in southern Brazil associated with El Niño and La Niña events. **Journal of Climate**, v.11, p.2863-2880, 1998.
- MAIA, A. de H.N.; MEINKE, H. From inferential statistics to climate knowledge **Advances in Geosciences**, vol. 6, 2006, p. 211 – 216.
- MAIA, A. de H.N.; MEINKE, H.; BAETHGEN, W. Better statistics to assess the quality of analogue-based forecast systems. In: ICSHMO - INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOUTHERN HEMISPHERE METEOROLOGY AND OCEANOGRAPHY, 8., 2006, Foz do Iguaçu/PR. **Proceedings...** Foz do Iguaçu, 2006. p.575-582.
- MAIA, A. de H. N.; MEINKE, H.; LENNOX, S.; STONE, R.C. Inferential, non-parametric statistics to assess quality of probabilistic forecast systems. **Monthly Weather Review**, v.135, n.2, p.351-362, 2007.
- MALUF, JRT; CUNHA, GR da; MATZENAUER, R.; PASINATO, A.; PIMENTAL, M. B. M.; CAIAFO, M. R.; PIRES, J. L. F. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de milho no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 9, n.3 (No. Especial: Zoneamento Agrícola), p. 460-467, 2001.
- NOAA. National Weather Service. Climate Prediction Center. Cold & warm episodes by season. Disponível em: < [http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml) >. Acesso em: 03 abr. 2006.
- RAO, V.B.; HADA, K. Characteristics of rainfall over Brazil: annual variations and connections with southern oscillation. **Theoretical and Applied Climatology**, v.212, p.81-91, 1990.