

# TENDÊNCIA OBSERVADA DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL ANUAL E ESTACIONAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL E RELAÇÃO COM A TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR DO OCEANO PACÍFICO

MOACIR A. BERLATO<sup>1</sup>, EDUARDO J. MARTINS<sup>2</sup>, ANA PAULA A. CORDEIRO<sup>2</sup>,  
EDMUNDO H. ODERICH<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Prof., Depto. de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre – RS, Fone: (0 xx 51) 3308-6254, moacir.berlato@ufrgs.br.

<sup>2</sup> Bolsista de Iniciação Científica, Estudante de Graduação, Depto. de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre – RS.

Apresentado no XV CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA – 02 a 05  
de julho de 2007 – Aracaju – SE

**RESUMO:** estudou-se a tendência da precipitação pluvial anual e estacional do Estado do Rio Grande do Sul, período 1950-2002, e a relação com a TSM do Pacífico equatorial central. Os resultados mostram coerente incremento espacial tanto da precipitação pluvial anual como das quatro estações do ano. No ano e no outono, 100% das estações meteorológicas (28) do Estado mostraram aumento da precipitação pluvial, grande número delas com incrementos estatisticamente significativos. Tanto a tendência como a variabilidade da precipitação pluvial anual estiveram associadas à TSM da região do Niño 3.4 do Oceano Pacífico equatorial. A maior concentração de eventos El Niño, especialmente nas últimas décadas do século XX, explica a coerência espacial da tendência de aumento da precipitação pluvial no Rio Grande do Sul.

**PALAVRAS-CHAVE:** mudanças climáticas, El Niño Oscilação Sul, TSM.

## OBSERVED TRENDS OF ANNUAL AND SEASONS PRECIPITATION OF THE RIO GRANDE DO SUL STATE AND LINKS WITH THE SEA SURFACE TEMPERATURE OF THE PACIFIC OCEAN

**ABSTRACT:** the trends of the annual and seasons precipitation of the Rio Grande do Sul state, 1950-2002 period, and the links with the SST of the central equatorial Pacific was studied. The results indicates increments of the annual precipitation as well as in the four seasons. In the annual and in the autumn analysis, 100 % of the meteorological stations (28) had presented precipitation increases, with many of them showing statistically significant changes. The annual precipitation trends and variability had been associated to SST of the Niño 3.4 of the equatorial Pacific. The more frequency of the El Niño events during the last XX century decades explains the spatially coherent trends of the precipitation in the Rio Grande do Sul state.

**KEYWORDS:** climate changes, El Niño South Oscillation, SST.

**INTRODUÇÃO:** trabalhos recentes têm mostrado fortes indicadores de mudanças climáticas em escalas global e regional. Estão sendo observadas coerentes mudanças da temperatura e da precipitação pluvial em grande parte do Globo, especialmente nos últimos 40-50 anos (FRICH et al., 2002; HAYLOCK et al., 2006; ALEXANDER et al., 2006; IPCC, 2007). ALEXANDER et al. (2006), com base em 5.948 estações de precipitação pluvial, mostraram tendência de aumento da precipitação pluvial tanto em totais como em índices derivados, como, por exemplo, precipitações pluviais consideradas intensas, em grande parte das regiões continentais do Globo. Coerente com outras regiões da Terra, na América do Sul (especialmente no sudeste dessa região, que inclui o sul do Brasil) trabalhos, também recentes, têm mostrado incremento da precipitação pluvial, especialmente na segunda metade do século XX (HAYLOCK et al., 2006; DOYLE & BARROS, 2006). No Rio Grande do Sul, também foram encontrados sinais de mudança da precipitação pluvial e no número de dias de chuva (BERLATO et al., 1995; FONTANA & ALMEIDA, 2002). Em vista do acima exposto, este trabalho teve como objetivo analisar a tendência da precipitação pluvial anual e estacional do Rio Grande do Sul, período 1950-2002, e relacionar com a TSM do Pacífico equatorial central.

**MATERIAL E MÉTODOS:** foram utilizados dados mensais de precipitação pluvial de 28 estações meteorológicas do Estado, período 1950-2002. As fontes dos dados foram as redes oficiais de meteorologia pertencentes ao 8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (8º DISME/INMET) e à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária da Secretaria de Ciência e Tecnologia (FEPAGRO-RS). Foram também utilizados dados anuais de temperatura da superfície do mar (TSM) do Niño 3.4, do mesmo período (<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices>). A análise de qualidade e de homogeneidade dos dados de precipitação pluvial foi feita, de maneira simples, através da inspeção visual de gráficos com valores anuais da precipitação pluvial das séries históricas e da comparação com estações vizinhas. A tendência linear da precipitação pluvial anual e estacional foi verificada pelo método dos mínimos quadrados (WILKS, 1995), avaliando-se a tendência com o teste de hipótese para o coeficiente de regressão  $\beta_1$  ( $\beta_1 = 0$ , não existe tendência;  $\beta_1 \neq 0$ , existe tendência), e a significância estatística verificada com o t-teste (Student) nos níveis de probabilidade de 10%, 5 % e 1%. Foi, ainda, relacionada a TSM do Niño 3.4 com a precipitação pluvial anual.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** na Figura 1, é representado o sinal da tendência das 28 estações meteorológicas distribuídas por todas as regiões climáticas do Rio Grande do Sul, para o caso anual e estacional. O maior número de tendências estatisticamente significativas ocorreu na precipitação pluvial anual e no outono. Tanto quanto a significância estatística, deve ser notada a grande coerência espacial do sinal da tendência da precipitação pluvial no Estado; no ano e no outono 100% das estações meteorológicas apresentaram tendência de aumento da precipitação no período estudado; na primavera 93%; no verão 89%; no inverno 82%. VIANA et al. (2006), comparando duas normais climatológicas (períodos 1945-1974 e 1975-2004) encontraram aumento em 23 das 24 estações utilizadas do Estado, com aumento médio de 8% para o ano e 19% para o outono. Muitas das estações utilizadas por esses autores são as mesmas do presente trabalho, só que analisadas com objetivo, período e metodologia diferentes. São convergências de evidências de aumento da precipitação pluvial do Estado que estão de acordo com o que tem sido encontrado recentemente para o sudeste da América do Sul, especialmente na segunda metade do século XX (HAYLOCK et al., 2006; DOYLE & BARROS, 2006).

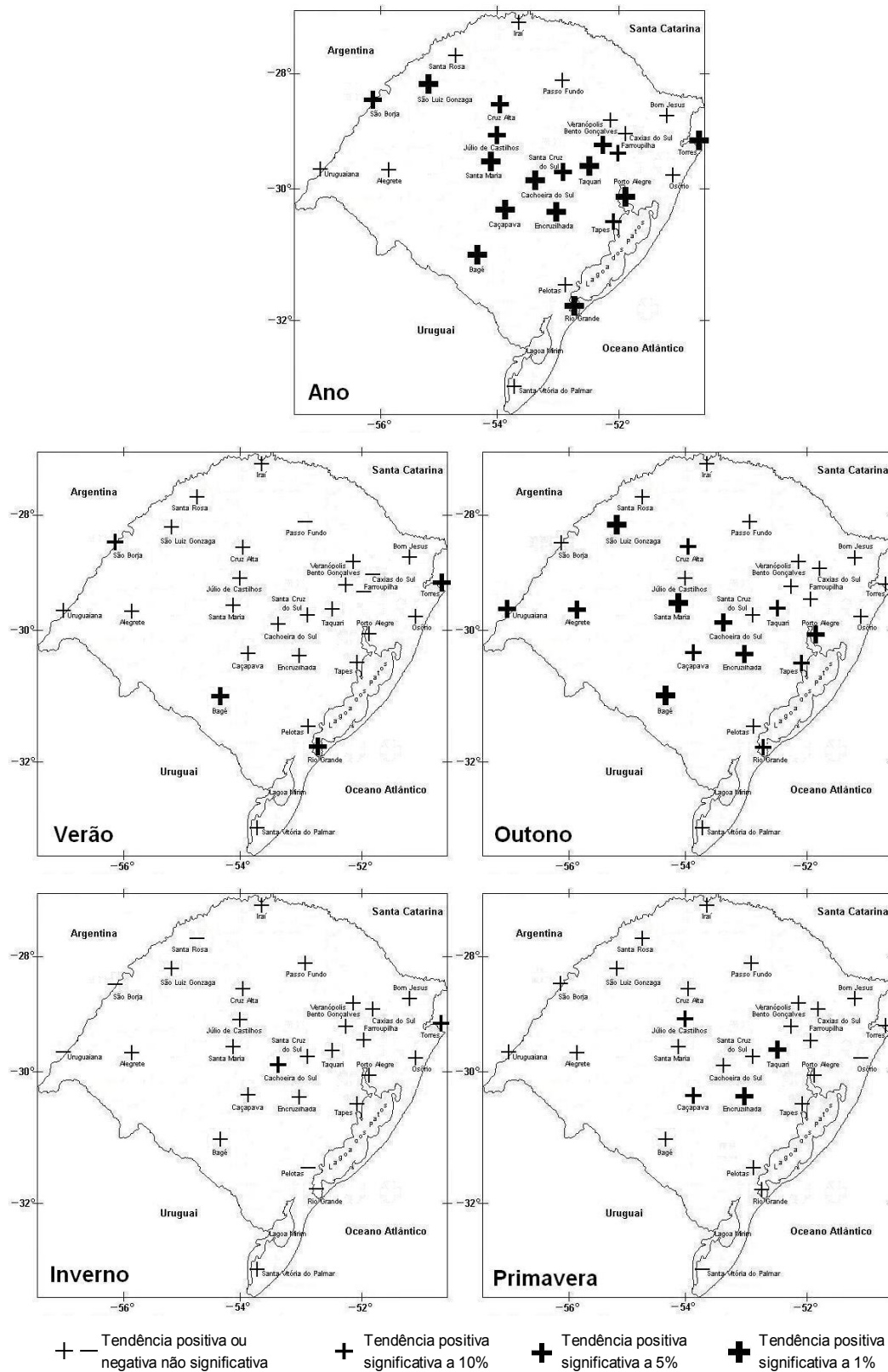


Figura 1. Sinal de tendência linear da precipitação pluvial anual e estacional no Estado do Rio Grande do Sul, período de 1950-2002.

Na Figura 2, relaciona-se a precipitação pluvial anual com a TSM da região do Niño 3.4; há associação entre TSM do Niño 3.4 e a precipitação pluvial anual do Estado, com coeficiente de correlação de 0,441, significativo a 1% de probabilidade. As tendências lineares dos desvios padronizados das duas variáveis mostram o mesmo sinal (aumento), embora a taxa de incremento da precipitação pluvial seja ligeiramente maior. Isso mostra que tanto a variabilidade interanual como a tendência temporal da precipitação pluvial do Rio Grande do Sul depende, em boa parte, do que acontece com a TSM do Niño 3.4 no Pacífico equatorial central. A região do Niño 3.4 é considerada a melhor região para definição de El Niño e La Niña (TRENBERTH, 1997) e também já foi mostrado que a variabilidade da TSM nessa região está significativamente correlacionada com rendimentos agrícolas no sul do Brasil (BERLATO et al., 2005). Vários picos de precipitação pluvial anual no Rio Grande do Sul coincidem com episódios de El Niño. Como é bem conhecido (FONTANA & BERLATO, 1977; BERLATO & FONTANA, 2003) o El Niño causa precipitação pluvial acima da média climatológica no Rio Grande do Sul. Também, a maior frequência de eventos El Niño nos anos 1980 e 1990, inclusive com dois dos mais intensos do século XX (1982-1983 e 1997-1998) e com o chamado longo El Niño de 1991-1992 a 1994-1995, com intervalo de apenas seis meses sem o fenômeno (janeiro a junho de 1994), contribuíram para a tendência de aumento da precipitação pluvial anual no Estado, no período estudado. HAYLOCK et al. (2006), usando correlações canônicas, mostraram que a primeira causa da tendência de aumento da precipitação pluvial total e de índices derivados no sudeste da América do Sul foi a alta frequência de situações de El Niño na segunda metade do século XX. Os resultados deste trabalho são também coerentes com os de DOYLE & BARROS (2006) que concluem que os eventos El Niño contribuíram muito para a tendência de aumento da precipitação pluvial no sudeste da América do Sul, no período 1960-1999.

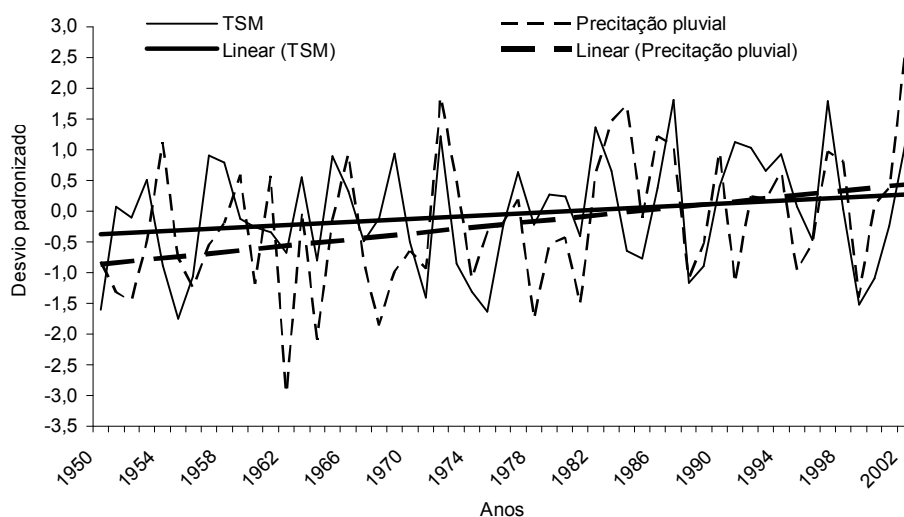


Figura 2. Relação entre a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) da região do Niño 3.4 e a precipitação pluvial anual do Estado do Rio Grande do Sul, período 1950-2002. Os desvios (padronizados pelo desvio padrão) são relativos à normal 1971-2000.

**CONCLUSÕES:** houve coerente tendência espacial de aumento da precipitação pluvial do Estado do Rio Grande do Sul no período 1950-2002, especialmente nos totais anuais e do outono. A tendência e a variabilidade da precipitação pluvial anual estiveram associadas à tendência e variabilidade da TSM da região do Niño 3.4, no Pacífico equatorial. A maior concentração de eventos El Niño, especialmente nas décadas de 1980 e 1990, contribuiu para a tendência de aumento da precipitação pluvial do Estado, no período analisado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ALEXANDER, L. V.; ZHANG, X.; PETERSON, T.C.; CAESAR, J.; GLEASON, B.; TANK, A. M. K.; HAYLOCK, M.; COLLINS, D.; TREWIN, B.; RAHIMZADEH, F. TAGIPOUR, A.; KUMAR, K. R.; REVADEKAR, J.; GRIFFITHS, G.; VINCENT, L.; STEPHENSON, D. B.; BURN, J.; AGUILAR, E.; BRUNET, M.; TAYLOR, M.; NEW, M.; ZHAI, P.; I, M.; VAZQUEZ-AGUIRRE, J. L. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. **Journal of Geophysical Research**, v. 111, DO 5109, doi: 10.1029/2005 JDO06290, 2006.
- BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C.; BONO, L. Tendência temporal da precipitação pluvial anual no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.3, p. 111-113, 1995.
- 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: Editora da UFRGS, 2003. 110p.
- 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**, Brasília, v.40, n.5, p.423-432, maio 2005.
- DOYLE, M. E.; BARROS, V. B. Precipitation Trends in Southeastern South America: Relationship with ENSO Phases. In: PROCEEDINGS OF 8<sup>o</sup> ICSHMO, Foz do Iguaçu, Brazil, April 24-28, 2006, INPE, p. 1513-1517.
- FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A. Influência do El Niño Oscilação Sul sobre a precipitação do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.1, p.127-132, 1977.
- FONTANA, D.C.; ALMEIDA, T.S. Climatologia do número de dias com precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 135-145, 2002.
- FRICH, P.; ALEXANDER, L.V.; DELLA-MARTA, P.; GLEASON, G.; HAYLOCK, M.; KLEIN TANK, A. M. G.; PETERSON, T. Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the century. **Climate Research**, 19: 193-212, 2002.
- HAYLOCK, M. R.; PETERSON, T.; ABREU DE SOUSA, J. R.; ALVES, L.M., AMBRIZZI, T.; BAEZ, J.; BARBOSA DE BRITO, J. I., BARROS, V. R.; BERLATO, M. A.; BIDEGAIN, M.; CORONEL, G.; CORRADI, V.; GRIMM, A. M.; DOS SANTOS, R. J.; KAROLY, D.; MARENGO, J. A.; MARINO, M.B.; MEIRA, P.R.; MIRANDA, G. C.; MOLION, L.; MUNCUNIL, D. F.; NECHET, D.; ONTANEDA, G.; QUINTANA, J.; RAMIREZ, E.; REBELLO, E.; RUSTICUCCI, M.; SANTOS, J. L.; VARILLAS, I. T.; VILLANUEVA, J. G.; VINCENT, L.; YUMICO, M. Trends in total and extreme South American rainfall 1960-2000 and links with sea surface temperature. **Journal of Climate**, v. 19, n.8, p. 1490-1512, 2006.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch>>. Acesso em: março de 2007.
- VIANA, D. R.; AQUINO, F. E.; MATZENAUER, R. Comportamento espaço-temporal da precipitação no Rio Grande do Sul entre 1945-1974 e 1975-2004. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, XIV, Florianópolis, 27 de novembro a 1 de dezembro de 2006. CD-Rom.
- TRENBERTH, K. E. The definition of El Niño. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v.78, n.12, p.2771-2777, 1997.
- WILKS, D. S. **Statistical methods in the atmospheric sciences**: an introduction, New York, Academic Press, 1995.467 p.