

Tendência observada da temperatura mínima e do número de dias de geada do Estado do Rio Grande do Sul

Moacir Antonio Berlato¹, Daiana Althaus²

Resumo – Neste trabalho, fez-se uma análise exploratória da tendência observada da temperatura mínima e do número de dias de geada estacionais e anuais do Rio Grande do Sul. Foram utilizados dados mensais de temperatura mínima de 18 estações meteorológicas (período 1936-2000), bem como dados diários de temperatura mínima de dez estações meteorológicas (período 1945-2005). Os resultados mostram que houve coerente e estatisticamente significativo aumento da temperatura mínima, em todo o Estado, tanto no ano, como nas quatro estações do ano. No ano, o aumento linear do período (65 anos) foi de 1,3°C. O verão foi a estação do ano que apresentou o maior aumento da temperatura mínima (1,8°C em 65 anos) e o inverno a estação de menor aumento (0,5°C em 65 anos). A segunda metade da série estudada (1970-2000) se destaca não só pelo aumento da temperatura mínima como também pela mudança da distribuição de probabilidade. A redução do número de dias de geada foi maior para o ano, o inverno e o outono, porém com somente 40 %, 40 % e 30 %, respectivamente, das estações meteorológicas com significância estatística para o sinal negativo (redução de geada). Em parte, pelo menos, esse comportamento da temperatura mínima (e do número de dias de geada) no Estado está associado à maior frequência (e intensidade) dos eventos quentes do El Niño Oscilação Sul (ENOS), mormente nas últimas três décadas do século XX. Os resultados encontrados no Rio Grande do Sul são coerentes com os de outros autores para o Sudeste da América do Sul (SAS), indicando o caráter de grande escala da tendência desses elementos meteorológicos nessa região, portanto coerentes, também, com a hipótese do aquecimento global.

Palavras-chave: mudança climática, variabilidade climática, ENOS.

Observed trend of the minimum temperature and the number of the frost days in the Rio Grande do Sul, State

Abstract - In this study, an exploratory analysis of the observed trend of minimum temperatures as well as an analysis of the number of frost days in the State of Rio Grande do Sul was made. Data were obtained monthly minimum temperature of 18 meteorological stations (period 1936-2000) as well as the daily minimum temperature of ten meteorological stations (period 1945-2005). The results show that there was a coherent and statistically significant increase of the minimum temperature in the whole State, in the year as well as in the four seasons. Regarding the year, the linear increase of the period (65 years) was of 1.3°C. Summer was the season that presented the highest increase (1.8°C in 65 years) and Winter was the season with the lowest increase (0.5°C in 65 years). The second half of the series studied (1970-2000) stands out not only by the increasing of the minimum temperature but also by changing the probability distribution. Reducing the number of frost days was higher for the year, Winter and Autumn, but with only 40 %, 40 % and 30 %, respectively, from meteorological stations with statistical significance for the negative sign (reduction of frost). In part at least, this behavior of the minimum temperature (and the number of frost days) in the State is associated with higher frequency (and severity) of the El Niño Southern Oscillation (ENSO) warm events, particularly in the last three decades of the twentieth century. The results found in Rio Grande do Sul, State, are coherent with the ones from other authors who have studied the temperature trend and the occurrence of frost in the southeastern region of South America, showing the large-scale character of the trend of those meteorological elements in this region, but also coherent with the hypothesis of the global warming.

Key words: climate change, climate variability, ENSO.

¹ Professor Adjunto, Doutor, Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Avenida Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre, RS, 91540-000. *E-mail:* moacir.berlato@ufrgs.br.

² Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Avenida Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre, RS, 91540-000. *E-mail:* daiana_althaus@yahoo.com.br.

Introdução

Vários trabalhos de pesquisa dos últimos anos, e relatórios científicos, como os do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) têm mostrado fortes indicadores de mudanças climáticas em escalas global e regional (IPCC, 2001; PETERSON et al., 2001; FRICH et al., 2002; PETERSON et al., 2002; VINCENT et al., 2005; HAYLOCK et al., 2006; IPCC, 2007). Conforme o IPCC (2007) é inequívoco o aquecimento da Terra, indicado pelas mais recentes e diretas observações de aumento da temperatura global do ar e dos oceanos, derretimento do gelo e neve e o aumento do nível médio do mar. As observações mostram que a temperatura média global da superfície (continentes e oceanos) aumentou no período 1901-2000 (100 anos) 0,6°C e no período 1906-2005 (100 anos) o aumento foi de 0,74°C, sendo que o período 1995-2006 foi o mais quente encontrado nos registros meteorológicos desde 1850. O Relatório do IPCC (2007) também afirma, de maneira mais categórica que o Relatório do IPCC (2001), que a maior parte do aumento da temperatura média global desde a metade do século XX é devido ao aumento dos gases de efeito estufa liberados na atmosfera (especialmente o CO₂) pela atividade humana (origem antrópica). Para as próximas duas décadas, é projetado um aquecimento da Terra ao redor de 0,2°C por década. Mesmo se a concentração de todos os gases de efeito estufa e aerossóis for mantida constante, e nos níveis do ano 2000, um futuro aquecimento ao redor de 0,1°C por década é esperado (IPCC, 2007).

Alexander et al. (2006), analisando tendências climáticas observadas em grande área do Globo (2.223 estações meteorológicas de temperatura e 5.948 estações meteorológicas de precipitação pluvial) encontraram, para o caso da temperatura, aumento da frequência de noites quentes, redução da amplitude de temperaturas extremas e redução de dias de geada.

Segundo Vincent et al. (2005), sinais evidentes de aquecimento do clima foram observados também na América do Sul, especialmente no Sudeste da América do Sul (SAS), que inclui o sul do Brasil, no período 1960-2000. Os resultados mostram tendência significativa de aumento da temperatura mínima nessa região, aumento de noites quentes e redução da amplitude diária da temperatura, entre outros.

A temperatura mínima é uma variável muito importante para a agricultura, pois está associada ao termo-período, às horas de frio, às ondas de frio e a outro fenômeno meteorológico, em geral, adverso à agropecuária do Estado que é a geada. No

Rio Grande do Sul, embora haja trabalhos mostrando tendência de temperatura, não há informação abrangendo todo o Estado e suas diversas regiões climáticas e com base em séries históricas de longo prazo e, muito menos, trabalhos mostrando a tendência de ocorrência de geada.

Este trabalho teve, pois, como objetivo quantificar a tendência observada da temperatura mínima e do número de dias de geada do Rio Grande do Sul.

Material e Métodos

Foram utilizados dados mensais de temperatura mínima (°C) de 18 estações meteorológicas (Cachoeira do Sul, Caxias do Sul, Cruz Alta, Encruzilhada do Sul, Iraí, Passo Fundo, Pelotas, Porto Alegre, Santa Maria, Santana do Livramento, Santa Vitória do Palmar, São Borja, São Gabriel, São Luiz Gonzaga, Taquari, Torres, Uruguaiana e Vacaria) do Estado do Rio Grande do Sul, período 1936-2000. Também foram utilizados dados diários de temperatura mínima de dez estações meteorológicas (Bagé, Bento Gonçalves, Cruz Alta, Encruzilhada do Sul, Passo Fundo, Pelotas, Porto Alegre, Santa Maria, São Luiz Gonzaga e Uruguaiana), período 1945-2005, para estimativa do número de dias de geada. Como se vê, o período das duas séries não é o mesmo e também as estações não são as mesmas (2 diferentes). Isso se deve à dificuldade de se conseguir dados diários. As fontes dos dados foram as redes oficiais de meteorologia pertencentes ao Oitavo Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (8º DISME/INMET) e ao Centro de Meteorologia Aplicada da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (CemetRS/Fepagro). Foram, ainda, identificados os anos de El Niño e La Niña do período 1936-2005 (dados do *Climate Prediction Center/National Centers for Environmental Prediction/National Oceanic and Atmospheric Administration* (CPC/NCEP/NOAA) (NOAA, 2011)). Os dados de temperatura foram examinados quanto à qualidade e quanto à homogeneidade. Foram verificadas ocorrências como temperatura mínima maior que a máxima, bem como valores extremos de temperatura mínima e comparados com estações vizinhas, cujos gráficos das séries históricas foram inspecionados visualmente. Também, por inspeção visual, foi verificada a existência de saltos nas séries históricas que podem acontecer com mudança de local da estação, por exemplo. Com base nessa triagem, foi escolhido um grupo de estações meteorológicas distribuídas espacialmente de maneira a representar as diversas regiões climáticas do Rio Grande do Sul.

A análise da temperatura mínima foi feita com desvios relativos à normal climatológica do período 1961-1990. A análise de tendência linear da temperatura mínima e do número de dias de geada foi feita usando o método clássico dos mínimos quadrados para o ajuste da regressão (WILKS, 1995), avaliando-se a tendência com o teste de hipótese (teste t), para o coeficiente de regressão β_1 ($\beta_1=0$, não existe tendência; $\beta_1 \neq 0$, existe tendência), nos níveis de significância de 10 %, 5 % e 1 %. Foi também calculada a média móvel (sete anos) que filtra as oscilações de alta frequência e mostra oscilações de baixa frequência ou de longo prazo. A análise de tendência do número de dias de geada foi feita considerando condições de geada quando a temperatura mínima no abrigo meteorológico fosse igual ou menor que 3°C. Trabalho realizado para todo o Estado (média de dez estações meteorológicas) mostra que a maior frequência das diferenças entre temperatura mínima no abrigo meteorológico (1,5 m) e na relva (0,05m) está entre 2,1 e 4,0°C, com ponto médio de aproximadamente 3°C (OLIVEIRA, 1997); portanto, para o caso deste trabalho, foi usado o valor médio de 3°C no abrigo para representar condições de geada na superfície.

Foi analisada também a distribuição de probabilidade empírica da temperatura mínima, usando a técnica do diagrama de caixa (Box plot) (WILKS, 1995), para todo o período (1936-2000) e para os subperíodos 1936-1969 e 1970-2000. O ponto de corte da série foi feito com base na observação da curva da média móvel, em que se nota maior aumento da temperatura mínima, aproximadamente, a partir do início dos anos 1970.

Resultados e Discussão

O desvio da temperatura mínima do Rio Grande do Sul aumentou no período 1936-2000, tanto na média anual como nas quatro estações do ano (Figura 1). A tendência linear da temperatura mínima anual foi de 0,0196°C por ano, totalizando no período de 65 anos um aumento de 1,3°C. O verão foi a estação com a mais forte tendência de aumento da temperatura mínima, com taxa de 0,0278°C por ano, totalizando, nas seis décadas e meia do final do século XX, 1,8°C. O inverno foi a estação de menor tendência, com apenas 0,5°C no período. Com exceção do inverno, nas outras estações e no ano as tendências foram estatisticamente significativas. Martins e Berlatto (2006), em trabalho preliminar e com série histórica menor do que a do presente trabalho, já haviam mostrado tendência de aumento da temperatura mínima no Estado. Também, para a

região de Pelotas, RS, Steinmetz et al. (2007) mostraram um aumento da temperatura mínima anual de 0,98°C no período 1897-2004 e um aumento de 1,70°C no período 1955-2004.

A distribuição do sinal da tendência linear da temperatura mínima (Figura 2) mostra ampla coerência espacial. No ano, 16 das 18 estações tiveram aumento de temperatura (sinal positivo), sendo 14 delas (78 %) com significância estatística, para os níveis 10 %, 5 % e 1 %. Das estações do ano, considerando também os três níveis de significância, o verão, o outono e a primavera apresentaram maior número de estações com sinal significativo de aumento da temperatura (83 %, 61 % e 61 %, respectivamente). O inverno foi a estação do ano de menor tendência estatisticamente significativa (cinco com sinal positivo e duas com sinal negativo). Rusticucci e Barrucand (2004), estudando tendência de temperaturas extremas na Argentina, no período 1959-98, mostraram que a estação do verão foi a que apresentou a mais forte tendência positiva da temperatura mínima. A região nordeste da Argentina, de mesmo tipo climático que a maior parte da área do Rio Grande do Sul (Subtropical sem estação seca), concentrou o maior número de estações com forte tendência de aumento da temperatura mínima, várias delas na fronteira com o Rio Grande do Sul (oeste do Estado). Conforme a Figura 2, vê-se que, com exceção de Uruguiana para o caso anual, e para o outono e o inverno, à margem esquerda do Rio Uruguai, em território sul-rio-grandense, continua o sinal de aumento da temperatura mínima observado à margem direita do Rio Uruguai, em terras argentinas. Isso não só mostra coerência espacial, como indica que a causa desta tendência é, muito possivelmente, um fenômeno de grande escala, como o El Niño Oscilação Sul (ENOS). Os resultados deste trabalho, em relação à temperatura mínima, estão também de acordo com os de Vincent et al. (2005), acima citados, que analisaram as tendências das temperaturas extremas (máxima e mínima) no SAS. Aumento da temperatura mínima, que ocorre no final da noite, consequência da perda de onda longa (OL), significa aumento de noites quentes, que no caso dos resultados deste trabalho a maior tendência ocorreu no verão e na primavera. Nota-se, ainda, na Figura 1, que vários picos de temperaturas mínimas (maiores desvios positivos) ocorrem em anos de El Niño e, também, vários valores de baixas temperaturas mínimas (maiores desvios negativos) ocorrem em anos de La Niña no Rio Grande do Sul. Entretanto, a maior frequência de eventos El Niño na segunda metade do século passado, especialmente nas últimas duas décadas, que além do forte El Niño de 1982/1983 inclui o chamado longo El Niño da década

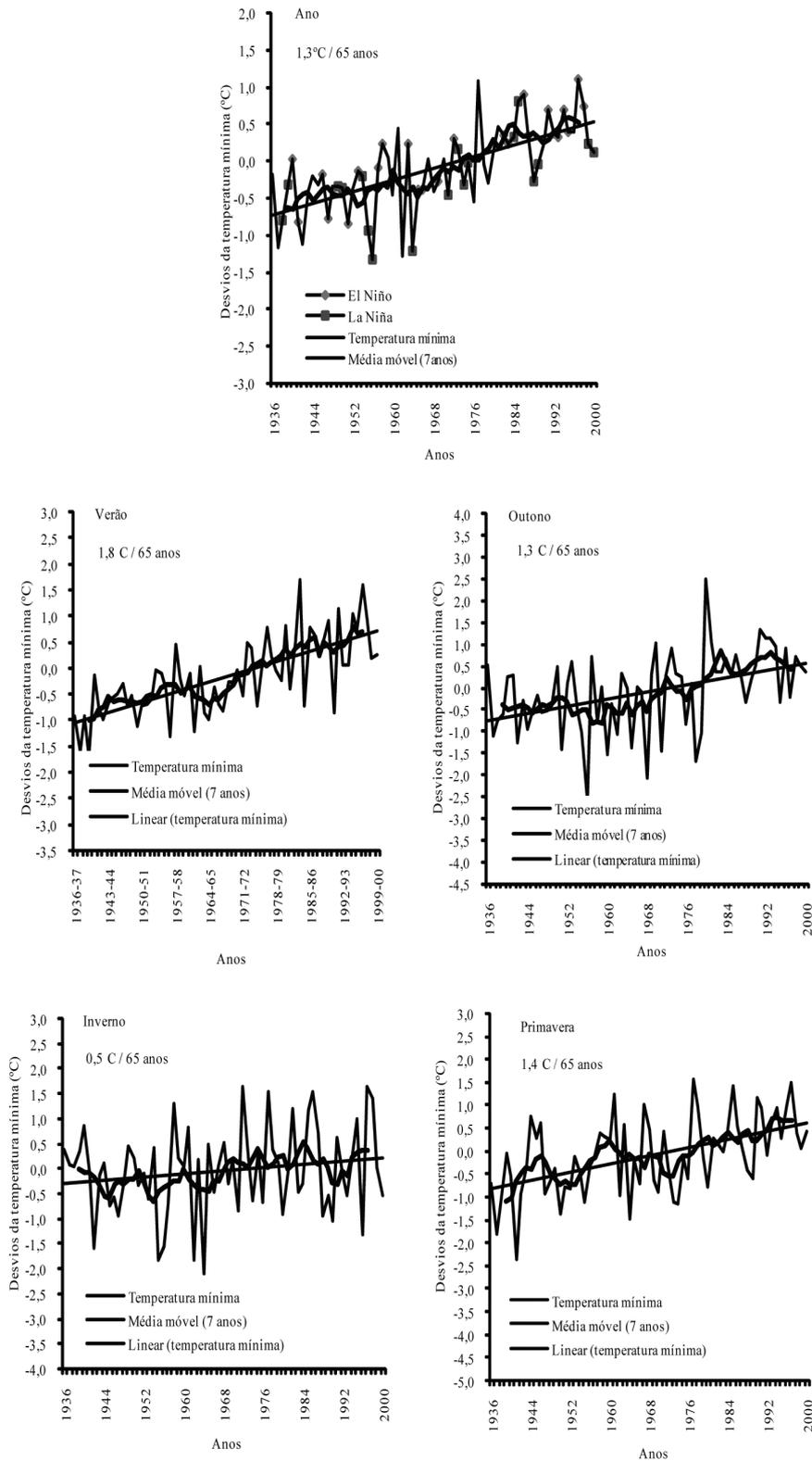


Figura 1 - Tendência dos desvios da temperatura mínima anual e estacional (°C) do Estado do Rio Grande do Sul (média de 18 estações meteorológicas), período 1936-2000. Os desvios são relativos à normal climatológica 1961-1990

de 1990, com duração de mais de três anos e o segundo El Niño mais forte da última metade do século XX (1997/1998), contribuiu para a tendência positiva da temperatura mínima. Por exemplo, para o caso do ano, para temperatura mínima, houve, no período de estudo, 24 eventos de El Niño e 18 eventos de La Niña. Ou seja, em cerca de 37 % dos anos do período 1936-2000 houve evento quente de ENOS, sendo que nos últimos 20 anos do século XX, metade deles foram anos de El Niño (Figura 1, ano). Lopes e Berlato (2000) mostraram o impacto de El Niño e La Niña nas temperaturas máximas e mínimas do Estado, concluindo que a temperatura mínima é mais afetada por esses fenômenos. Os mesmos autores (LOPES e BERLATO, 2002) também encontraram correlação significativa entre temperatura da superfície do mar (TSM) da região do Niño 3.4 no Pacífico equatorial e temperatura mínima no Rio Grande do Sul. O mecanismo El Niño e temperatura mínima é simples: El Niño, comprovadamente, provoca, no Rio Grande do Sul, aumento de precipitação pluvial (BERLATO e FONTANA, 2003), consequência de aumento da umidade do ar e aumento da nebulosidade (CUSTÓDIO, 2007). Essas condições à noite provocam menor perda de onda longa ($OL\uparrow$) da superfície e, portanto, maior temperatura mínima.

A Figura 3 mostra a distribuição de probabilidade da temperatura mínima (Box plot) para todo o período (1936-2000) e para os dois subperíodos (1936-1969 e 1970-2000); além da mudança de distribuição de probabilidade, vê-se que o período 1970-2000 foi o de maior aquecimento tanto no ano como nas quatro estações do ano. Por exemplo, no ano, para o período 1970-2000, cerca de 80 % dos dados estão acima da mediana de todo o período (1936-2000) e cerca de 90 % dos dados estão acima da mediana do primeiro período (1936-1969) (ver Box plot, Fig. 3, ano). A estação do ano com maior aumento da temperatura nas últimas três décadas do século XX foi o verão, coerente com a tendência linear da temperatura mínima (Figura 1). Essa maior tendência de aumento da temperatura mínima nas últimas três décadas do século passado está de acordo com o hoje clássico gráfico da temperatura global que mostra acentuado aumento da temperatura a partir do início dos anos 1970.

Os episódios de geada no ano foram reduzidos em 3,5 dias, em média, nas últimas seis décadas no Rio Grande do Sul (1945-2005). No inverno a redução foi de 2,3 dias, no outono, 0,9 dia, e na primavera, embora com sinal positivo, não houve praticamente mudança. A Figura 4 mostra a tendência do número de dias de geada ($T \leq 3^{\circ}\text{C}$, no abrigo meteorológico) para o ano, outono, inverno e primavera.

Em geral, os mínimos de ocorrência de geada ocorrem em anos de El Niño e os máximos ocorrem em anos de La Niña (Figura 4, ano), o que é muito coerente com o que acontece com a temperatura mínima.

Em relação à distribuição espacial do sinal de tendência linear do número de dias de geada, no total (ano, outono, inverno e primavera), 70 % das estações meteorológicas apresentaram sinal negativo (redução de geada) e 30 % das estações, sinal positivo (aumento de geada), considerando-se tanto os sinais com significância estatística (para os três níveis de significância: 10 %, 5 % e 1 %) como os sem significância estatística (Figura 5). No ano, oito das dez estações apresentaram sinal negativo, sendo quatro destas (40 %) com significância estatística, e duas estações apresentaram sinal positivo e destas, uma estação com significância estatística. No outono, oito estações apresentaram sinal negativo, mas apenas três (30 %) com significância estatística, e duas estações apresentaram sinal positivo, porém sem significância estatística. No inverno, oito estações apresentaram sinal negativo, sendo quatro (40 %) com significância estatística, e duas estações apresentaram sinal positivo e destas, uma com significância estatística. Discordante, em parte, com a tendência acima, a primavera apresentou seis das dez estações com sinal positivo (aumento de geada), mas apenas duas destas com significância estatística, e quatro estações apresentaram sinal negativo, mas sem significância estatística.

Das estações meteorológicas estudadas quanto à distribuição do sinal de tendência linear do número de dias de geada, Uruguaiana foi a única que apresentou sinal positivo estatisticamente significativo (para os três níveis de significância) tanto para o ano como também para o inverno e a primavera, o que guarda certa coerência com a tendência da temperatura mínima de Uruguaiana (Figura 2).

Conclusões

Há forte e coerente tendência de aumento da temperatura mínima do Rio Grande do Sul no período 1936-2000, principalmente no verão e primavera, o que significa aumento de noites relativamente mais quentes nessas duas estações do ano.

Da série de dados usada, o período de maior aquecimento é o das últimas três décadas do século XX.

Embora sem a coerência espacial e a significância estatística da temperatura mínima, a maioria das estações meteorológicas apresenta sinal de redução de geada.

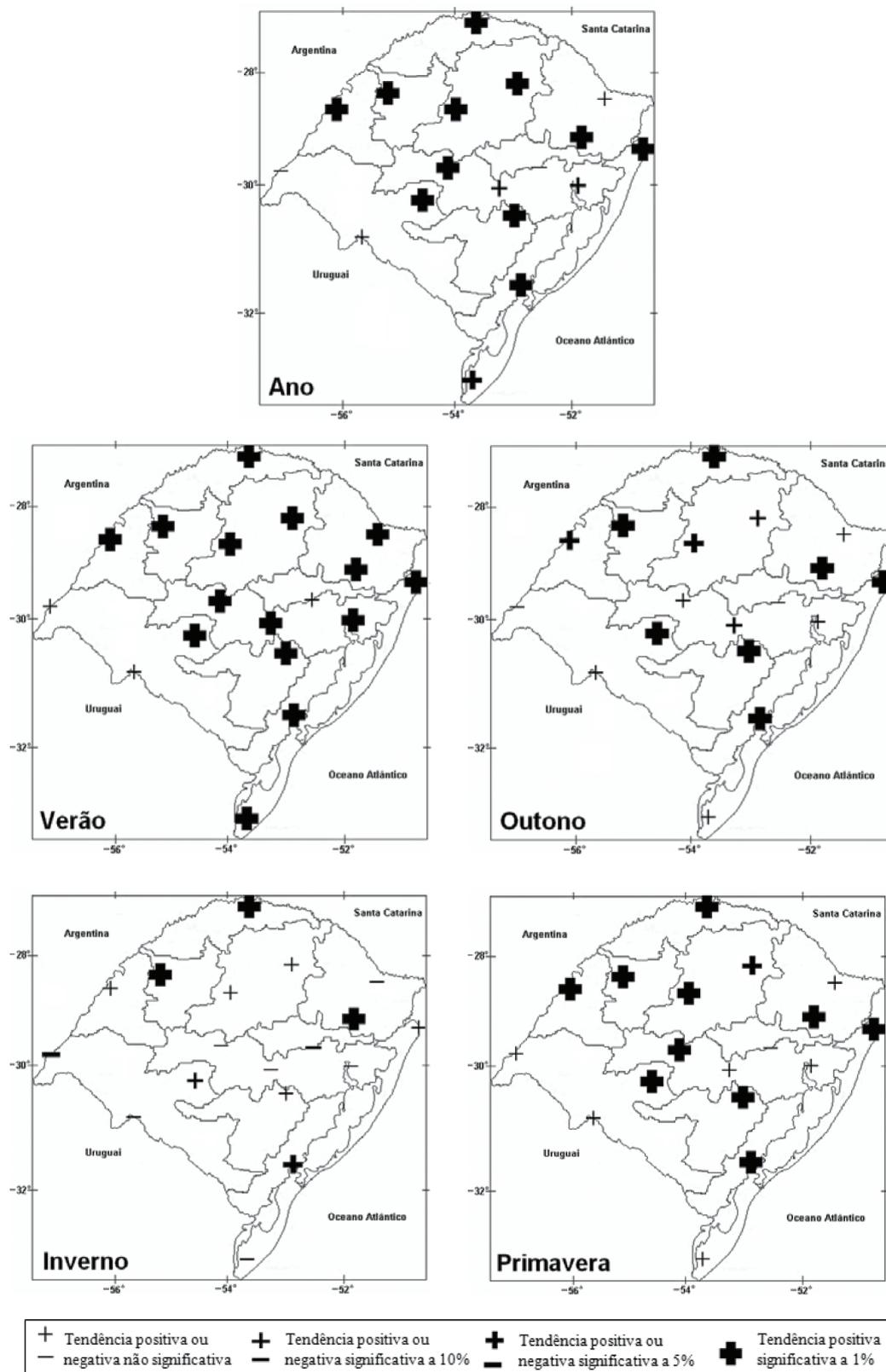


Figura 2 - Sinal de tendência linear dos desvios da temperatura mínima anual e estacional (°C) no Estado do Rio Grande do Sul, período 1936-2000. Os desvios são relativos à normal climatológica 1961-1990

TENDÊNCIA OBSERVADA DA TEMPERATURA MÍNIMA
E DO NÚMERO DE DIAS DE GEADA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

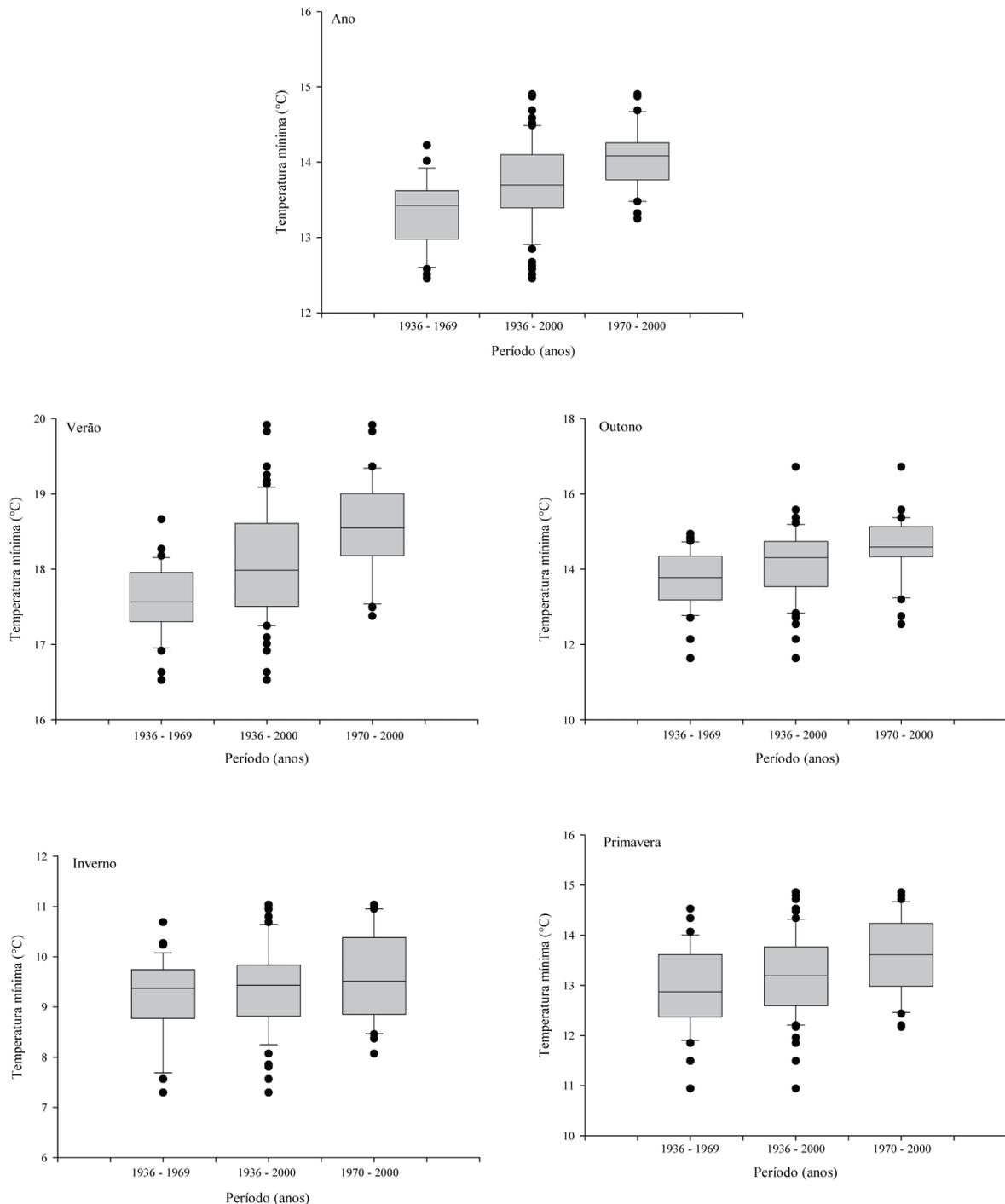


Figura 3 - Distribuição da temperatura mínima anual e estacional (°C), para três períodos, do Estado do Rio Grande do Sul. A linha cheia dentro da caixa representa o percentil 50 % (mediana), o inferior da caixa representa o percentil 25 % e o superior da caixa 75 %, o traço inferior representa o percentil 10 % e o superior 90 %. Os círculos cheios representam os extremos

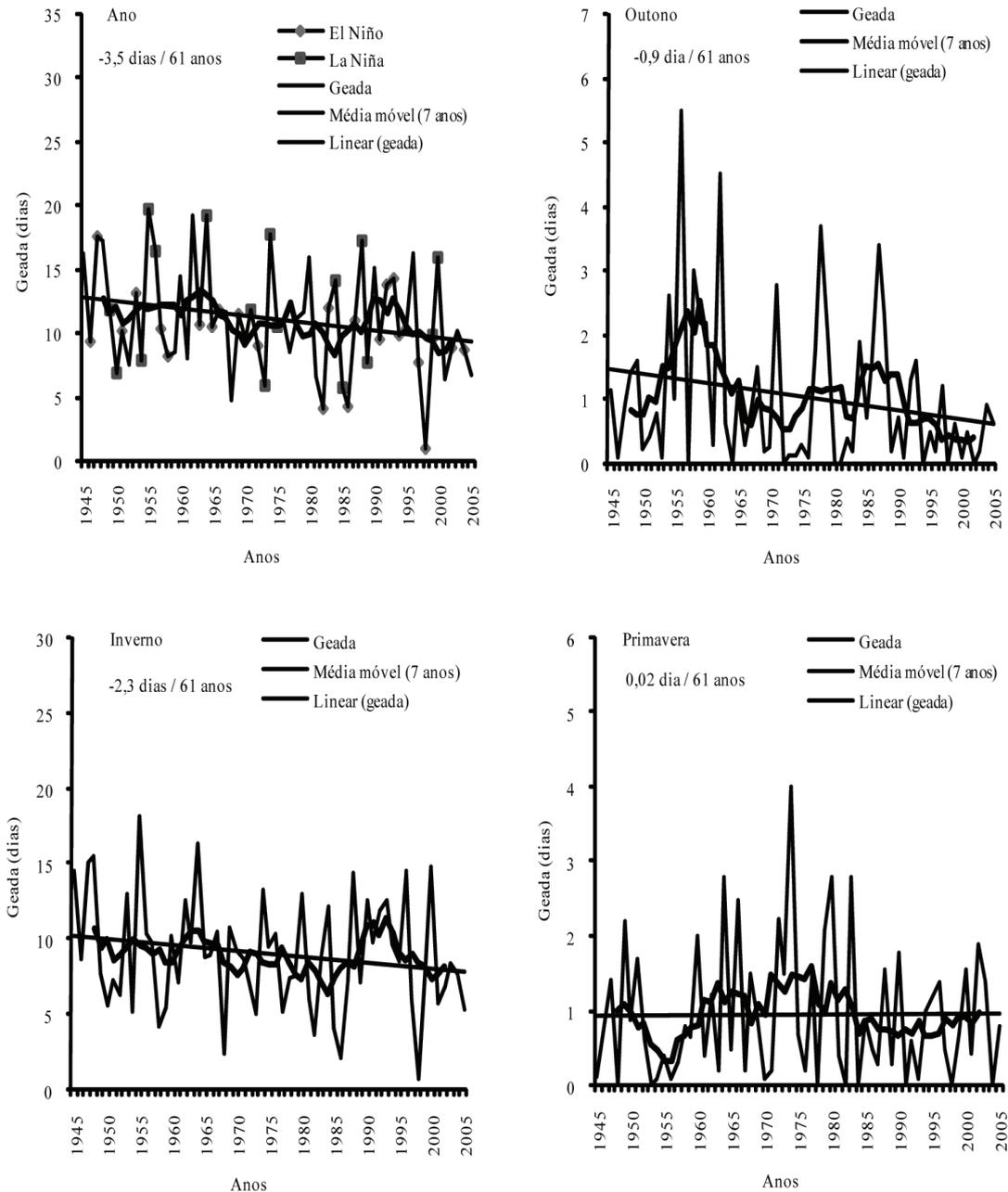


Figura 4 - Tendência do número de dias de geada (média de dez estações) no Estado do Rio Grande do Sul, período 1945-2005. Considerada ocorrência de geada quando, no abrigo meteorológico, a temperatura $\geq 3^{\circ}\text{C}$

A causa mais aparente e direta do aumento da temperatura mínima do Estado, nesse período, é o El Niño, mas os resultados são, também, coerentes com o aquecimento global. Estratégias de prevenção, adaptação e de mitigação às novas condições climáticas devem ser seriamente consideradas pe-

los governos e tomadores de decisão das atividades humanas sensíveis à variabilidade climática, entre elas, em especial, a agricultura. A inação será a estratégia menos adequada, porque isso poderá custar muito caro à atual e, principalmente, às futuras gerações.

TENDÊNCIA OBSERVADA DA TEMPERATURA MÍNIMA
E DO NÚMERO DE DIAS DE GEADA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

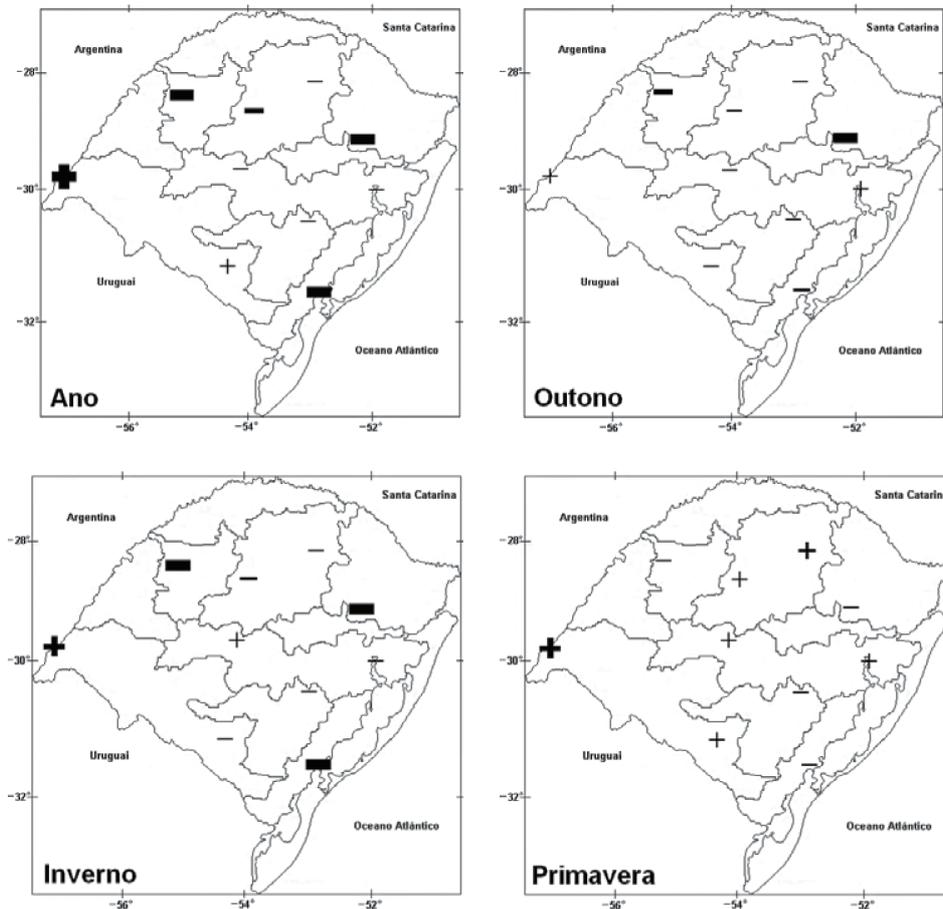


Figura 5 - Sinal de tendência linear do número de dias de geada no Estado do Rio Grande do Sul, período 1945-2005. Considerada a ocorrência de geada quando, no abrigo meteorológico, a temperatura $3C$

Referências

ALEXANDER, L.V.; ZHANG, X.; PETERSON, T.C.; CAESAR, J.; GLEASON, B.; KLEIN TANK, A.M.G.; HAYLOCK, M.; COLLINS, D.; TREWIN, B.; RAHIMZADEH, F.; TAGIPOUR, A.; RUPA KUMAR, K.; REVADEKAR, J.; GRIFFITHS, G.; VINCENT, L.; STEPHENSON, D.B.; BURN, J.; AGUILAR, E.; BRUNET, M.; TAYLOR, M.; NEW, M.; ZHAI, P.; RUSTICUCCI, M.; VAZQUEZ-AGUIRRE, J.L. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. **Journal of Geophysical Research**, St. Louis, v.111, p.1-22, 2006.

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 previsão climática na agricultura. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 110p.

CUSTÓDIO, M.S. **Nebulosidade diurna no Rio Grande do Sul**: climatologia e monitoramento por satélite. Porto Alegre: UFRGS, 2007. 144f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PESQ. AGROP. GAÚCHA, PORTO ALEGRE, v.16, n.1 e 2, p.7-16, 2010.

FRICH, P.; ALEXANDER, L.V.; DELLA-MARTA, P.; GLEASON, B.; HAYLOCK, M.; KLEIN TANK, A.M.G.; PETERSON, T. Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. **Climate Research**, Silver Spring, v.19, p.193-212, 2002.

HAYLOCK, M.R.; PETERSON, T.C.; ALVES, L.M.; AMBRIZZI, T.; ANUNCIÇÃO, Y.M.T.; BAEZ, J.; BARROS, V.R.; BERLATO, M.A.; BIDEGAIN, M.; CORONEL, G.; CORRADI, V.; GARCIA, V.J.; GRIMM, A.M.; KAROLY, D.; MARENGO, J.A.; MARINO, M.B.; MONCUNILL, D.F.; NECHET, D.; QUINTANA, J.; REBELLO, E.; RUSTICUCCI, M.; SANTOS, J.L.; TREBEJO, I.; VINCENT L.A. Trends in total and extreme South American rainfall in 1960-2000 and links with sea surface temperature. **Journal of Climate**, Boston, v.19, n.8, p.1490-1512, 2006.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2001: Working Group II: Impacts, adaptations and vulnerability**. Disponível em: <http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/index.htm>. Acesso em: janeiro de 2005.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2007: Working Group I: The Physical Science Basis (Summary for Policymakers)**. Disponível em:

<http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html>. Acesso em: fevereiro de 2007.

KÖEPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. Mexico: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478 p.

LOPES, F.; BERLATO, M.A. Impactos do El Niño/La Niña nas temperaturas médias mínimas e médias máximas no Estado do Rio Grande do Sul. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 12., 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2000. CD-ROM.

_____; _____. Relações entre a temperatura da superfície do mar (TSM) da região do Niño 3.4 e a temperatura média mínima do Estado do Rio Grande do Sul. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14, 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2002. CD-ROM.

MARTINS, E.J.; BERLATO, M.A. Tendência das temperaturas máximas e mínimas do Estado do Rio Grande do Sul. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18., 2006, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2006. CD-ROM.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). Disponível em: <<http://www.noaa.gov/>>. Acesso em: julho de 2011.

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, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PETERSON, T.C.; FOLLAND, C.; GRUZA, G.; HOGG, W.; MOKSSIT, A.; PLUMMER, N. **Report on the activities of the Working Group on Climate Changes detection and related rapporteurs, 1998-2000**. Zagreb, 2001. 117 p.

_____; TAYLOR, M.A.; DEMERITTE, R.; DUNCOMBE, D.L.; BURTON, S.; THOMPSON, F.; PORTER, A.; MERCEDES, M.; VILLEGAS, E.; FILS, R.S.; TANK, A.K.; MARTIS, A.; WARNER, R.; JOYETTE, A.; MILLS, W.; ALEXANDER, L.; GLEASON, B. PETERSON, T. C. et al. Recent changes in climate extremes in the Caribbean region. **Journal of Geophysical Research**, St. Louis, v.107, n.D21, 4601, 2002.

RUSTICUCCI, M.; BARRUCAND, M. Observed trends and changes in temperature extremes over Argentina. **Journal of Climate**, Boston, v.17, p.4099-4107, 2004.

STEINMETZ, S.; SIQUEIRA, O.J.W. de; WREGE, M.S.; HERTER, F.G.; REISSER JÚNIOR, C. STEINMETZ, S. Aumento da temperatura mínima do ar na região de Pelotas, sua relação com o aquecimento global e possíveis conseqüências para o arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju. **Anais...** Aracaju, 2007. CD-ROM.

VINCENT, L.A.; PETERSON, T.C.; BARROS, V.R.; MARINO, M.B.; RUSTICUCCI, M.; CARRASCO, G.; RAMIREZ, E.; ALVES, L.M.; AMBRIZZI, T.; BERLATO, M.A.; GRIMM, A.M.; MARENGO, J.A.; MOLION, L.; MONCUNILL, D.F.; REBELLO, E.; ANUNCIAÇÃO, Y.M.T.; QUINTANA, J.; SANTOS, J.L.; BAEZ, J.; CORONEL, G.; GARCIA, J.; TREBEJO, I.; BIDEGAIN, M.; HAYLOCK, M.R.; KAROLY, D. Observed trends in indices of daily temperature extremes in South America 1960-2000. **Journal of Climate**, Boston, v.18, p.5011-5023, 2005.

WILKS, D.S. **Statistical methods in the atmospheric sciences: an introduction**, New York, Academic Press, 1995. 467 p.