

INFLUÊNCIA DO AQUECIMENTO GLOBAL SOBRE AS TEMPERATURAS MÁXIMAS, MÍNIMAS E MÉDIAS ANUAIS NA REGIÃO DE PELOTAS, RS.

SILVIO STEINMETZ¹, MARCOS S. WREGE¹, FLÁVIO G. HERTER¹, CARLOS REISSER JÚNIOR²

¹Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador do Laboratório de Agrometeorologia da Embrapa Clima Temperado, Embrapa Clima Temperado, CPACT, Pelotas – RS, Fone (53) 3275 8270, silvio@cpact.embrapa.br. ²Eng. Agrícola, Dr., Pesquisador do Laboratório de Agrometeorologia da Embrapa Clima Temperado.

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

RESUMO: O último relatório do IPCC (2007) indica que o aumento da temperatura do ar média global nos últimos 50 anos é quase o dobro do verificado nos últimos 100 anos e que o período de 1995 a 2006 situa-se entre os mais quentes das séries de 12 anos desde 1850. Em geral, a temperatura mínima apresenta aumentos mais expressivos do que a máxima ou a média. O objetivo deste estudo foi avaliar a evolução das temperaturas do ar máximas, mínimas e médias anuais, na região de Pelotas, durante os períodos 1893-2006, 1893-1950, 1951-2006 e 1995-2006. Os dados utilizados foram obtidos na Estação Agroclimatológica (EA), situada no Campus da Universidade Federal de Pelotas (UFPel) e mantida através do convênio Embrapa/UFPel/Inmet. Usaram-se os dados diários para calcular a média anual das temperaturas do ar máximas, mínimas e médias dos períodos citados. Para cada uma das variáveis, calcularam-se os desvios anuais da média, usando-se como referência a média do período 1893-2006. Fez-se a análise de regressão linear para cada uma das variáveis e para cada um dos períodos. Os resultados indicaram que: o período 1995-2006 foi o que apresentou os valores médios mais elevados de temperatura mínima e de temperatura média do ar; houve tendência de aumento das temperaturas do ar máxima, mínima e média em todos os períodos estudados neste trabalho, exceto para a temperatura máxima nos períodos 1893-2006 e 1893-1950; os aumentos mais expressivos ocorreram com a temperatura mínima do ar atingindo, respectivamente, 1,76°C e 1,11°C nos períodos 1951-2006 e 1893-2006.

PALAVRAS-CHAVE: Mudanças climáticas; tendências; regressão linear.

INFLUENCE OF THE GLOBAL WARMING ON THE ANNUAL AVERAGE MAXIMUM, MINIMUM AND MEAN TEMPERATURES IN THE REGION OF PELOTAS, RIO GRANDE DO SUL

ABSTRACT:

The last report of IPCC (2007) indicates that the increase of the global average air temperature in the last 50 years is almost twice of that of the last 100 years and that the period from 1996 to 2006 is considered one of the warmest 12 year-period since 1850. In general, the increases in the minimum temperature are greater than those of the maximum or mean temperatures. The objective of this study was to evaluate the evolution of the maximum, minimum and mean temperatures, in the region of Pelotas, State of Rio Grande do Sul, Brazil, during the periods 1893-2006, 1893-1950, 1951-2006 and 1995-2006. The data were from the Agroclimatological Station, located at the Campus of the Federal University of Pelotas (UFPel) and maintained through a cooperation among Embrapa/UFPel/Inmet. The daily data were used to calculate the

annual average of the minimum, maximum and mean temperatures for the periods previously cited. For each of the three variables, the deviations from the annual average of the period 1893-2006 were calculated. Linear regressions equations were established for each variable in each period. The results indicated that: the period 1995-2006 presented the highest average values for the minimum and mean temperatures; the maximum, minimum and mean temperatures increased in all periods except for the decrease in the maximum temperature in the periods 1893-2006 and 1893-1950; the more expressive increments were observed in the minimum temperature reaching 1.76°C and 1.11°C, respectively, in the periods 1951-2006 and 1893-2006.

KEYWORDS: Climate changes; tendencies; linear regression.

INTRODUÇÃO

O último relatório do “Intergovernmental Panel on Climate Change” (IPCC, 2007) indicou que: o aumento da temperatura do ar média global no período de 100 anos (1906-2005) foi de 0,74°C; a tendência linear de aquecimento nos últimos 50 anos (0,13°C por década) é quase o dobro do verificado nos últimos 100 anos; onze dos últimos doze anos (1995-2006) situam-se entre os mais quentes das séries de 12 anos desde 1850, quando começaram as medições da temperatura de superfície no mundo.

KAROLY et al. (2003) mostraram que, nos Estados Unidos da América no Norte, o aquecimento no período de 1900 a 1949 foi, provavelmente, devido à variação natural do clima e que, de 1950 a 1999, foi atribuído, principalmente, ao aumento dos gases de efeito estufa na atmosfera.

Nas Filipinas, PENG et al. (2004) observaram que, num período de 25 anos (1979-2003), o aumento da temperatura máxima média anual foi de 0,35°C enquanto que o da mínima média anual foi de 1,13°C. Portanto, o aumento na temperatura mínima foi 3,2 vezes o aumento na temperatura máxima, concordando com os resultados de KARL et al. (1991), citados por PENG et al. (2004), de que o aumento na temperatura mínima foi cerca de 3 vezes maior que o da temperatura máxima, no período de 1951 a 1990, na maior parte da superfície terrestre.

No Rio Grande do Sul, num período de 57 anos (1948-2004), MARQUES et al. (2005) indicaram que, no período de outubro a março, a temperatura mínima média apresentou aumentos variando de 0,9°C a 1,7°C.

Na região de Pelotas, a temperatura mínima média anual aumentou 1,66°C no período de 1955 a 2004 (STEINMETZ et al., 2005).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a evolução das temperaturas do ar máximas, mínimas e médias anuais, na região de Pelotas, durante os períodos 1893-2006, 1893-1950, 1950-2006 e 1995-2006.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados foram obtidos na Estação Agroclimatológica (EA), mantida através do convênio Embrapa/UFPel/Inmet. De 1º de maio de 1888 a 2 de junho de 1952 a estação funcionou no centro da cidade de Pelotas (RS) e, a partir de 3 de junho de 1952, foi transferida para o local onde se encontra até hoje, no município de Capão do Leão, Campus da Universidade Federal de Pelotas. As coordenadas da EA são as seguintes: Latitude: 31°52'00" S, Longitude: 52°21'24" W, Altitude: 13,24m. Pelo fato da EA ter iniciado em Pelotas e do município de Capão

do Leão ter sido desmembrado de Pelotas, a localidade de Pelotas passará a ser usada como referência neste trabalho.

Usaram-se os dados diários para calcular-se a média anual das temperaturas do ar máximas, mínimas e médias dos períodos 1893-2006 (114 anos), 1893-1950 (58 anos), 1951-2006 (56 anos) e 1995-2006 (12 anos). A temperatura média diária foi calculada somando-se a máxima e a mínima e dividindo-se por dois. Fez-se a análise de regressão linear para cada uma das variáveis e para cada um dos períodos.

Calcularam-se, para os quatro períodos, os desvios anuais da média anual das temperaturas máximas, mínimas e médias, usando-se como referência a média do período 1893-2006. Fez-se a regressão linear dos desvios para cada uma das variáveis e para cada um dos períodos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da Tabela 1 indicam que as médias anuais da temperatura máxima (Tx) variaram muito pouco nos quatro períodos estudados. Situação semelhante ocorreu com a temperatura média (Tm), que foi igual nos três primeiros períodos. Entretanto, no período de 1995-2006 houve um aumento de 0,4°C. Nesse período, o aumento de 0,9°C na temperatura mínima (Tn), em relação ao período 1893-2006, foi o mais expressivo de todos. Esses resultados concordam com os divulgados pelo IPCC (2007) de que este período foi um dos mais quentes desde 1850.

Tabela 1. Médias das temperaturas do ar anuais máximas (Tx), mínimas (Tn) e médias (Tm), em quatro períodos, em Pelotas, RS.

Período	Médias de temperatura anual (°C)		
	Tx	Tn	Tm
1893-2006	23,1	13,5	18,3
1893-1950	23,2	13,4	18,3
1951-2006	22,9	13,7	18,3
1995-2006	23,0	14,4	18,7

As equações de regressão para a temperatura máxima indicaram tendência de decréscimo nos dois primeiros períodos e de aumento nos dois últimos, sendo mais expressiva no período 1995-2006 (Tabela 2). A temperatura mínima, por outro lado, apresentou tendência de aumento nos quatro períodos, concordando com resultados obtidos para outras localidades do Rio Grande do Sul (MARQUES et al., 2005; MEZZOMO, 2005). A tendência de aumento mais expressiva de Tn ocorreu no período 1951-2006 indicando, também, o coeficiente de determinação mais alto de todas as variáveis e períodos estudados. O coeficiente angular da equação de regressão para Tn foi 4,6 vezes maior do que o da temperatura máxima nesse mesmo período. Esse valor é superior ao de 3,2 vezes encontrado por PENG et al. (2004) nas Filipinas. A temperatura média, assim como a temperatura mínima, também apresentou tendência de aumento nos quatro períodos, sendo o mais expressivo o do período 1995-2006.

Os valores estimados de aumento ou de decréscimo de temperatura nos períodos de 1893-2006, 1893-1950, 1951-2006 e 1995-2006 foram, respectivamente, de: -0,43°C, -0,21°C, +0,38°C, +0,83°C, para a temperatura máxima; +1,11°C, +0,71°C, +1,77°C, +0,22°C, para a temperatura mínima; +0,34°C, +0,22°C, +1,07°C, +0,56°C, para a temperatura média.

Tabela 2. Equações de regressão das temperaturas do ar anuais máximas (Tx), mínimas (Tn) e médias (Tm), em quatro períodos, em Pelotas, RS.

Período	Equações de regressão		
	Tx	Tn	Tm
1893-2006	$Y = -0,0038x + 23,991$ ($R^2 = 0,0459$)	$Y = 0,0098x + 12,914$ ($R^2 = 0,185$)	$Y = 0,003x + 18,103$ ($R^2 = 0,0359$)
1893-1950	$Y = -0,0037x + 23,337$ ($R^2 = 0,0093$)	$Y = 0,0125x + 12,989$ ($R^2 = 0,0903$)	$Y = 0,0038x + 18,155$ ($R^2 = 0,0145$)
1951-2006	$Y = 0,007x + 22,708$ ($R^2 = 0,0586$)	$Y = 0,0321x + 12,736$ ($R^2 = 0,4674$)	$Y = 0,0195x + 17,722$ ($R^2 = 0,403$)
1995-2006	$Y = 0,0757x + 22,531$ ($R^2 = 0,2758$)	$Y = 0,0201x + 14,217$ ($R^2 = 0,0201$)	$Y = 0,0506x + 18,374$ ($R^2 = 0,1975$)

Os desvios das temperaturas máximas, mínimas e médias do período 1951-2006 em relação a média do período 1893-2006 e as respectivas equações de regressão estão indicados nas Figuras 1, 2 e 3. Da mesma forma que indicado na Tabela 2, observa-se uma tendência de aumento dos desvios nas três variáveis. Entretanto, como indicam os coeficientes angulares das equações de regressão, os aumentos mais acentuados são observados para a temperatura mínima, seguido pela média e, por último, pela máxima. Esses resultados estão de acordo com os obtidos no Rio Grande do Sul, por MARQUES et al. (2005) e MEZZOMO (2005), nas Filipinas, por PENG et al. (2004), e no mundo de um modo geral (IPCC, 2007).

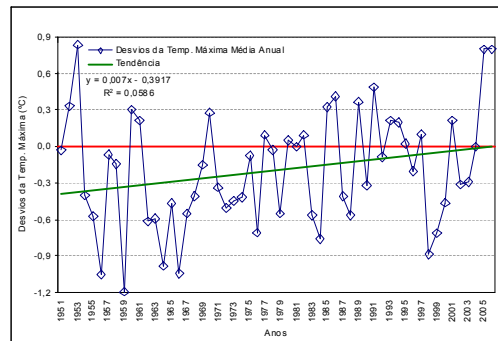


Figura 1. Desvios da temperatura máxima média anual, no período 1951-2006, em relação a temperatura máxima média do período 1893-2006, em Pelotas, RS.

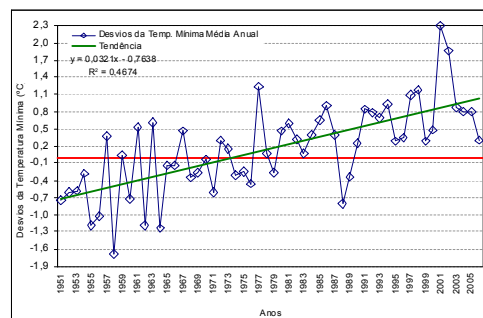


Figura 2. Desvios da temperatura mínima média anual, no período 1951-2006, em relação a temperatura mínima média do período 1893-2006, em Pelotas, RS.

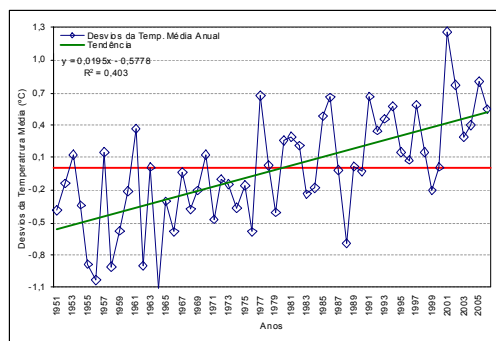


Figura 3. Desvios da temperatura média anual, no período 1951-2006, em relação a temperatura média do período 1893-2006, em Pelotas, RS.

CONCLUSÕES

- O período 1995-2006 foi o que apresentou, nos períodos estudados neste trabalho, os valores médios mais elevados de temperatura mínima e de temperatura média do ar;
- Houve tendência de aumento das temperaturas do ar máxima, mínima e média em todos os períodos estudados neste trabalho, exceto para a temperatura máxima nos períodos 1893-2006 e 1893-1950;
- Os aumentos mais expressivos ocorreram com a temperatura mínima do ar atingindo, respectivamente, 1,76°C e 1,11°C nos períodos 1951-2006 e 1893-2006.

REFERÊNCIAS

- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE- IPCC. Climate change 2007: the physical science basis. Summary for Policymakers. Disponível: <http://www.ipcc.ch> Consultado em 15 fev. 2007.
- KAROLY, D.J., BRAGANZA, K., STOTT, P.A., ARBLASTER, J.M., MEEHL, G.A., BROCCOLI, A.J., DIXON, K.W. Detection of a human influence on north American climate. *Science*, v. 302, p. 1200-1203, nov. 2003. Disponível em: www.sciencemag.org. Acesso em 15 jul. 2004.
- MARQUES, J.R.Q.; STEINMETZ, S.; DINIZ, G.; SIQUEIRA, O.J.W. de; WREGGE, M.S.; HERTER, F.G.; REISSER JÚNIOR, C. Aumento da temperatura mínima do ar no Rio Grande do Sul, sua relação com o aquecimento global e possíveis impactos no arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4. Santa Maria. **Anais**. Santa Maria. Universidade Federal de Santa Maria, 2005. p.224-226.
- MEZZOMO, D. **Modelos prognósticos da temperatura mínima média numa região homogênea do Rio Grande do Sul**. 2005. 89 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2005.
- PENG, S., HUANG, J., SHEEHY, J.E., LAZA, R.C., VISPERAS, R.M., ZHONG, X., CENTENO, G.S., KHUSH, G.S., CASSMAN, K.G. Rice yields decline with higher night temperature from global warming. **National Academy of Sciences of the USA**, Washington, D.C., v.101, n.27, p.9971-9975, jul. 2004. Disponível em: www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0403720101. Acesso em: 15 jul. 2004.
- STEINMETZ, S.; SIQUEIRA, O.J.W. de; WREGGE, M.S.; HERTER, F.G.; REISSER JÚNIOR, C. 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, 14. Campinas. **Anais**. Campinas. Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2005. 1CD-ROM.