

## Variabilidade da temperatura do ar próximo à superfície no Planalto Meridional-riograndense

### Variability of the air temperature near the surface in the Southern Plateau of the state of Rio Grande do Sul, Brazil

Angélica Kuinchtner<sup>1</sup>, Jefferson Cardia Simões<sup>2</sup> e Galileo Adeli Burio<sup>3</sup>

**Resumo:** Neste trabalho estudou-se a variação da temperatura do ar na Região do Planalto Meridional-riograndense. Utilizaram-se os dados das séries temporais de cinco estações meteorológicas da região: Cruz Alta, Iraí, Lagoa Vermelha, Passo Fundo e São Luiz Gonzaga. Analisaram-se as séries temporais de temperatura média (TMA), mínima média (TMinMA) máxima média (TMaxMA) e amplitude média anual (AMA) para o período de 1938-2004. Os valores médios da TMaxMA, TMinMA, TMA e AMA foram, respectivamente:  $25,1 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ,  $13,4 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$ ,  $18,5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e  $11,6 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$  a tendência de aumento para a TMinMA foi de  $0,02^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ , não houve tendências para a TMaxMA e TMA, para a AMA a tendência foi de redução,  $-0,02^{\circ}\text{C a}^{-1}$ . Em todas as séries temporais os ciclos encontrados estão associados ao fenômeno El Niño e na TMinMA houve associação também com o ciclo das manchas solares que corresponde a 11 anos.

**Palavras-chave:** clima; séries temporais; El-Niño Oscilação Sul; ciclo de manchas solares.

**Abstract:** This study is about the superficial atmospheric temperature variations in the *planalto Meridional-riograndense*, located in the Southern Brazil, through the analysis of time series composed by data from five meteorological stations: Cruz Alta, Iraí, Lagoa Vermelha, Passo Fundo and São Luiz Gonzaga. The data were obtained from the 8<sup>o</sup> *Distrito de Meteorologia/Instituto Nacional de Meteorologia*, and allowed to study variations in the annual mean (AMT), minimum annual mean (MinAMT), and maximum annual mean (MaxAMT) temperatures for the period 1938-2004. It has also allowed determining variations in the mean annual amplitude (AMA), which corresponds to the difference between the minimum and maximum annual mean temperature. The mean values of MaxAMT, MinAMT, AMT and AMA are, respectively,  $25,1 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ,  $13,4 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$ ,  $18,5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e  $11,6 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ . Trends were determined using the minimum square linear regression technique and cycles by spectral analysis. MinAMT increased ( $0,02^{\circ}\text{C yr}^{-1}$ ) during the period and shows well defined cycles of 2,3, 4,7 and 11 years. MaxAMT does not have any trend, but does show cycles of 3,3, 3,5, 4,1 and 4,7 years. Similarly, AMT also has only cycles of 4,1 and 4,7 years. On the other hand, the AMA reduction from 1938 onwards ( $0,02^{\circ}\text{C yr}^{-1}$ ), certainly is a product of the MinAMT increase this period. The spectral analysis of the four time series shows the important control of El Niño (4,1 e 4,7 years) and solar cycle (11 years). Results from this study indicate that natural phenomena still predominate as controls of superficial atmospheric temperature variations in *planalto Meridional-riograndese*. On the other hand, the reason for a TAML increase is still unknown and it should be investigated.

**Keywords:** climate; El-Niño Southern Oscillation, sunspots cycle

#### Introdução

O tempo e o clima sempre exerceram inquietações sobre o homem, uma vez que as atividades humanas sejam elas agrícolas, turísticas, de transporte ou de vestuário estão diretamente vinculadas à sua variabilidade. As condições climáticas são determinantes no que se refere à ocupação e exploração do espaço pelo homem (Bradley, 1999). As grandes alterações do espaço geográfico foram sendo desencadeadas pelo homem de maneira lenta e gradual

ao longo da história, sem que percebesse o real impacto de suas atividades até, aproximadamente, a década de 1980. Pesquisas confirmam que a temperatura média atmosférica aumentou  $0,6^{\circ}\text{C}$  ao longo dos últimos 140 anos (IPCC, 2001). Em trabalho sobre aquecimento global para a Região Sul do Brasil, Mendonça (2005) observou que de um total de dez estações analisadas no Estado do Rio Grande do Sul, sete apresentaram tendência ao aumento da TMaxMA (Bom Jesus, Encruzilhada do Sul, Iraí, Passo Fundo, São Luiz Gonzaga, Santa Maria e Torres).

<sup>1</sup> Mestre em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS. akuinchtner@yahoo.com.br

<sup>2</sup> - Prof. Dr., Instituto de Geociências, Depto. de Geografia, UFRGS – jefferson.simoese@ufrgs.br

<sup>3</sup> - Prof. Dr., Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, RS. galileo@unifra.br

Já, em trabalho realizado por Livi (2002) para Porto Alegre, não foi encontrada tendência significativa de aumento da TMaxMA entre 1910-2000.

Por outro lado, se sabe também, que o clima na Terra sempre foi muito dinâmico. Esse aquecimento seja, ele natural ou intensificado pelo homem, trará como conseqüências alterações na freqüência dos eventos climáticos, causando, por exemplo, mais situações de secas, enchentes (Dessai, 2001). Frente a estas questões, torna-se importante conhecermos melhor o comportamento do clima, nesta região do planalto, pois é nela que está concentrada a maior produção agrícola do estado.

Assim, o propósito do presente trabalho foi estudar a variação da temperatura atmosférica superficial no planalto Meridional-Riograndense pelo exame de séries temporais compostas a partir de dados de cinco estações meteorológicas da região: Cruz Alta, Iraí, Lagoa Vermelha, Passo Fundo e São Luiz Gonzaga.

## Material e Métodos

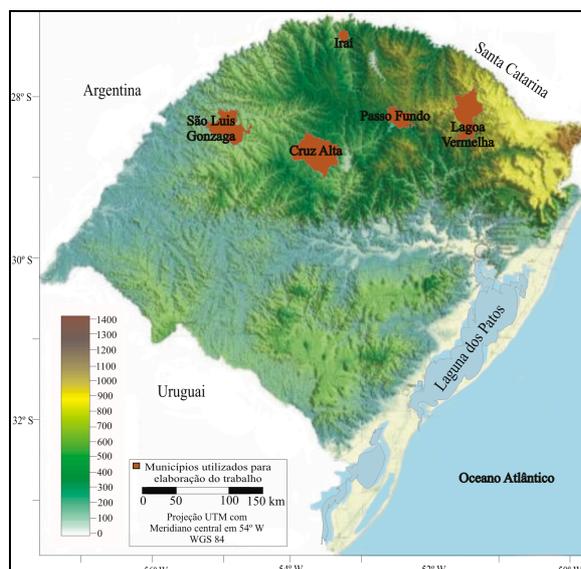
A área de estudo escolhida foi a Região do Planalto Meridional do Estado, abrangendo, aproximadamente, 35.229 km<sup>2</sup>, distribuídos entre 117 municípios. Na Figura 1 estão representados os municípios das estações meteorológicas utilizadas no trabalho.

Para escolha da área de estudo levou-se em consideração a sua localização geográfica, similaridade do relevo, cobertura vegetal, representatividade econômica e agrícola desta região para o Estado.

Considerou-se, ainda, a existência na região de estações meteorológicas com séries de observações meteorológicas temporais mais completas e disponíveis. Coletaram-se os dados de seis estações meteorológicas do Estado do Rio Grande do Sul (Cruz Alta, Iraí, Lagoa Vermelha, Passo Fundo, Santa Maria e São Luiz Gonzaga) e de uma do Estado de Santa Catarina (Lages), pertencentes ao 8° Distrito de Meteorologia (8° DISME). A série corresponde a 66 anos de variáveis, período 1938-2004. Utilizaram-se os dados da temperatura máxima média mensal (TMaxMM), mínima média mensal (TMinMM) e média mensal (TMM), inicialmente para o a reconstituição da série.

Feito isso, passamos a trabalhar com os dados médios anuais das temperaturas, pois, o estudo considera uma região e não apenas uma estação, por este motivo, a necessidade de trabalharmos com dados médios. Com os dados das sete estações meteorológicas reconstituiu-se as séries temporal das cinco estações meteorológicas, Figura 1, usando o método proposto por Tucci (2001).

Após, a reconstituição dos dados da série das cinco estações, calculou-se a série temporal média para a região de estudo, utilizando a média aritmética simples dos 12 meses do ano para cada uma das variáveis. O valor final da série temporal representativa da região de estudo foi calculado pela média aritmética simples das médias anuais das cinco estações. Por exemplo, TMaxMA para o Planalto é a média aritmética da TMaxMA das cinco estações (Cruz Alta, Iraí, Lagoa Vermelha, Passo Fundo e São Luiz Gonzaga).



**Figura 1.** Localização das estações meteorológicas na área de estudo: Iraí (23°11'S, 53°14'W); Lagoa Vermelha (28°13'S, 51°31'W); Cruz Alta (28°35'S, 53°36'W); São Luiz Gonzaga (28°24'S, 55°01'W); Passo Fundo (28°15'S, 52°24'W).

A seguir, procedeu-se a análise de séries temporais que teve por objeto investigar a variabilidade da temperatura máxima média anual (TMaxMA), mínima média anual (TMinMA), média anual (TMA) e amplitude média anual (AMA) da região de estudo ao longo dos 66 anos. Destaca-se que a série temporal é definida pelos valores  $y_1, y_2, \dots$  de uma variável (no caso, temperatura), nos tempos  $t_1, t_2, \dots$  portanto,  $y$  é uma função de  $t$  simbolizada por  $y = F(t)$ .

Para a determinação de tendências foi utilizada a metodologia *linha de regressão de mínimos quadrados* (Spiegel, 1993). As tendências lineares foram calculadas a partir do software estatístico *Minitab 2000* a partir da equação 1 a 5.

$$y = a_0 + a_1x, \quad (1)$$

em que,  $a_0$  = intercepto  $y$ ,  $a_1$  = coeficiente angular e  $x$  = variável independente.

Determinadas mediante a resolução simultânea do sistema:

$$\begin{cases} \sum y = a_0n + a_1\sum x \\ \sum xy = a_0\sum x + a_1\sum x^2 \end{cases} \quad (2)$$

Em que  $x$  = variável independente (tempo) e  $y$  = variável dependente (TMaxMA, TMinMA, ou TMA). As constantes  $a_0$  e  $a_1$  podem ser determinadas por meio das fórmulas:

$$a_0 = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n\sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (\text{intercepta } y) \quad (3)$$

$$a_1 = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n\sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (\text{coeficiente angular}) \quad (4)$$

em que,  $n$  representa o número de pares de dados;  $\sum$  denota a adição dos itens indicados;  $\sum x$  denota a soma de todos os valores de  $x$ ;  $\sum x^2$  indica elevar ao quadrado cada valor de  $x$  e somar os resultados;  $(\sum x)^2$  indica que se deve somar os valores de  $x$  e elevar o total ao quadrado e;  $\sum xy$  indica que se deve multiplicar cada valor de  $x$  pelo valor correspondente de  $y$  e somar então todos esses produtos. Posteriormente, aplicou-se análise espectral objetivando a exploração dos padrões cíclicos dos dados. A análise espectral foi obtida a partir do software STATISTICA.

Entretanto, ao se trabalhar com a estimação de ciclos são essenciais alguns procedimentos: a série deve estar completa; os dados devem estar igualmente espaçados; a tendência e a média devem ser retiradas para se fazer à análise espectral; aplica-se análise de *Fourier*; a suavização da série é obtida pela média móvel de Turkey (chamada de janela).

O propósito da análise é decompor uma complexa série temporal em funções seno e co-seno através da análise de *Fourier*, onde dois parâmetros são importantes: *Frequência* ( $f$ ), que é o número de ciclos por unidade de tempo e *Período* ( $T$ ), tempo necessário para que se complete um ciclo, conforme a seguinte equação:

$$T = \frac{1}{f} \quad (5)$$

A análise do espectro considera que a variável dependente é a série temporal e as variáveis independentes são as funções seno e co-seno de todas as frequências possíveis (Statsoft, 1994). Esta regressão pode ser expressa da seguinte maneira:

$$X_t = a_0 + \sum_{k=1}^q [a_k \cdot \cos(\lambda \cdot t) + b_k \cdot \sin(\lambda \cdot t)] \quad (6)$$

sendo  $\lambda$  = frequência, expressa em termos de radianos por unidade de tempo;  $a_k$  e  $b_k$  = coeficientes de correlação que indicam o grau em que as funções seno e co-seno são correlacionadas com os dados das séries temporais e; qu existem diferentes funções seno co-seno.

Destaca-se que, a média móvel foi aplicada em correlações de 15 anos devido ao tamanho da série temporal (66 anos).

## Resultados e Discussão

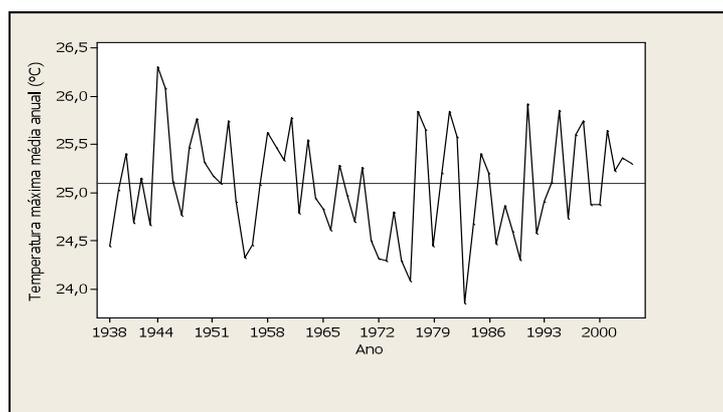
A variação da TMaxMA da série temporal 1938-2004, Figura 2, não apresenta tendência de aumento e nem de diminuição. A média do período é  $25,1 \pm 0,5^\circ\text{C}$ . A temperatura máxima média anual mais elevada do período considerada foi de  $26,3^\circ\text{C}$  e a mais baixa de  $23,9^\circ\text{C}$ , respectivamente, no ano de 1944 e 1983. Entretanto, ao longo do período de observações utilizado, constatam-se dois períodos com tendências, um em diminuição de temperatura, entre 1944 e 1976 e outro em aumento, entre 1977 e 2004.

No primeiro período, a TMaxMA diminuiu 2,2°C, atingindo a menor média em 1975 (24,1°C) e no segundo período, um aquecimento, quando o menor valor foi 23,9°C, em 1983 e o maior 25,9°C, em 1991 e 1995. Assim, a variação caracterizou-se, inicialmente por um resfriamento médio parcial da TMaxMA e, na seqüência, por um aquecimento representado após 1976, não representando tendência estatística significativa determinante.

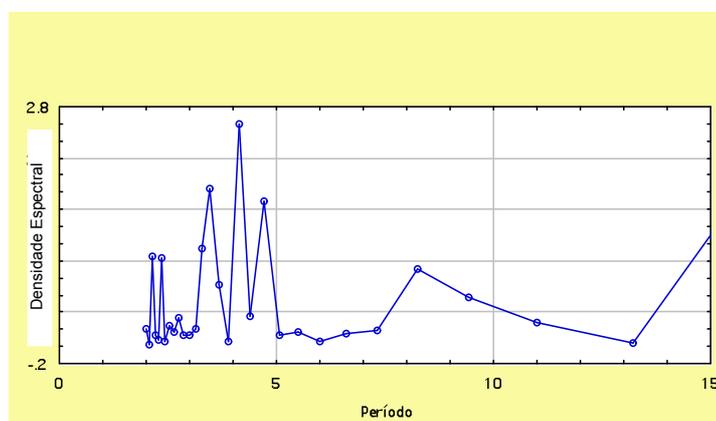
Também, não se encontrou estudos referentes à variação e variabilidade da TMaxMA para esta região do Estado do Rio Grande do Sul. Ichiba (2005) analisou a variação da temperatura na região tropical do Estado do Paraná, período 1979-2003, e constatou resultados similares aos encontrados neste trabalho.

Entretanto, as conclusões obtidas com o estudo TMaxMA para a região sul e para a área de estudo foram bastante similares, observando que, mesmo em escalas temporais diferentes, foi encontrado um padrão homogêneo sem tendências.

A análise espectral aplicada a série da TMaxMA apresentou ciclos de 3,3; 3,5; 4,1 e 4,7 anos. Os resultados apontam que a série sofreu influencia significativa do fenômeno natural El Niño, onde ficou evidenciando sua variação cíclica ao longo da série temporal estudada (66 anos). Na Figura 4, observa-se a ciclicidade deste fenômeno a partir da relação apontada pelo período (interpretado como o número de observações necessário para completar um ciclo à frequência respectiva) e densidade espectral (pode identificar as regiões "de frequência", ou densidades de espectral, que significativamente).



**Figura 2.** Temperatura máxima média anual (TMaxMA) para o Planalto Meridional-riograndense para o período de 1938-2004. A linha contínua define a média (25,1°C).



**Figura 3.** Densidade espectral dos dados da temperatura máxima média anual (TMaxMA) para o Planalto Meridional-riograndense. Nota-se pico com elevada densidade espectral no período médio de 3,3, 3,5, 4,1 e 4,7 anos.

A variação da temperatura mínima média anual (TMinMA), período 1938-2004, Figura 5, oscilou entre 12,1°C e 14,8°C, com uma média de  $13,4 \pm 0,6^\circ\text{C}$ . Houve tendência de aumento da TMinMA durante o período:  $0,02^\circ\text{C ano}^{-1}$ , um aumento total de  $1,3^\circ\text{C}$  em 66 anos. A regressão resultou na seguinte equação ( $R^2 = 0,45$  e  $\alpha 0,0001$ ):

$$T_{\min} = -28,986 + 0,0215x \quad (7)$$

sendo:

$x$  = ano

$T_{\min}$  = temperatura média mínima anual estimada ( $^\circ\text{C}$ )

Observa-se que o modelo ajustado é significativo, pois o valor de  $\alpha$  é  $< 0,05$ , ou seja, a série de dados apresenta uma confiabilidade de 99,5%. No modelo, o  $R^2$  é o coeficiente de determinação que explica quanto varia a TMinMA em função do tempo, além de outros possíveis fatores.

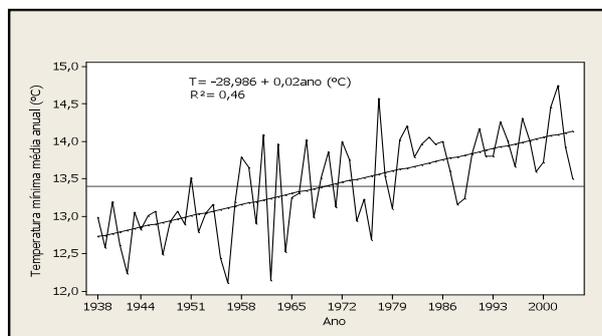
No caso, da temperatura mínima média anual (TMinMA) aponta tendência linear bastante significativa para o período analisado (1938-2004).

Até o ano de 1976 a temperatura oscilou entre  $12^\circ\text{C}$  e  $14^\circ\text{C}$ , a partir deste período nota-se oscilação entre  $13^\circ\text{C}$  e  $14^\circ\text{C}$ , significando um aumento de  $\pm 1^\circ\text{C}$  após a década de 1970.

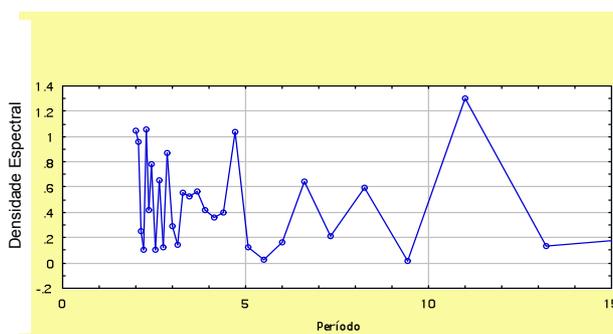
Em trabalho sobre a tendência da TMinMA no Estado do Rio Grande do Sul (1913-2002) Mesommo (2000) constatou tendência de aumento desta no inverno (junho, julho e agosto) de  $2,8^\circ\text{C}$  e no verão (dezembro, janeiro e fevereiro) de  $1,7^\circ$ .

Frente aos resultados obtidos, constata-se que a tendência temporal de aumento da TMinMA para a região em estudo foi semelhante àquela encontrada para a Região Sul do país por Mendonça (2005), Livi (2002) e igual àquela obtida por Pinto (2005) para o Estado de São Paulo:  $0,02^\circ\text{C ano}^{-1}$ .

Na série temporal da TMinMA, Figura 6, tem-se ciclo estatisticamente significativo no espaçamento entre 15 anos. Notam-se ciclos de 2,3; 4,7 e 11 anos. O ciclo de 4,7 evidencia que o fenômeno El Niño influencia a variação da temperatura na região de estudo. Já o ciclo de 11 evidencia a influência do ciclo das manchas solares (Enciclopédia Britânica, 1995)



**Figura 4.** Gráfico da temperatura mínima média anual (TMinMA) para o planalto Meridional-riograndense. A linha contínua define a média ( $13,4^\circ\text{C}$ ) para o período 1938-2004.



**Figura 5.** Densidade espectral dos dados da temperatura mínima média anual (TMinMA) para o Planalto Meridional-riograndense. Nota-se pico com elevada densidade espectral no período médio de 2,3, 4,7, e 11 anos.

Na série da temperatura média anual (TMA), período 1938-2004, Figura 7, a média foi de  $18,4 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , o maior valor sendo igual a  $19,6^{\circ}\text{C}$  (1977) e o menor igual a  $17,4^{\circ}\text{C}$  (1956). Não ocorre tendência de aumento ou diminuição. Entretanto, se observa três períodos com tendências parciais, 1938-1957, 1958-1979 e 1980-2004. No primeiro período a TMA diminui  $1,6^{\circ}\text{C}$ , atingindo um valor mínimo em 1956 ( $17,4^{\circ}\text{C}$ ), no segundo tem-se valores oscilando entre  $17,7^{\circ}\text{C}$  e  $19,1^{\circ}\text{C}$  e no último período aumenta  $2,1^{\circ}\text{C}$ , sendo as temperaturas médias de 2003 e 2004 as menores deste período ( $17,5^{\circ}\text{C}$  e  $17,4^{\circ}\text{C}$ , respectivamente). Assim, nota-se que a TMA não apresentou tendência significativa.

Em trabalho realizado para a Região Sul do Brasil, Mendonça (2005) constatou que para o Estado do Rio Grande do Sul, em cinco de dez estações analisadas, houve tendência significativa. Dentre as que apresentaram tendência, 2 delas fazem parte da atual pesquisa (Iraí e São Luís Gonzaga). Por outro lado, Livi (2002), em estudo para Porto Alegre/RS, utilizando dados do período 1910-2000, constatou que a TMA não apresentou oscilação para mais estatisticamente significativo.

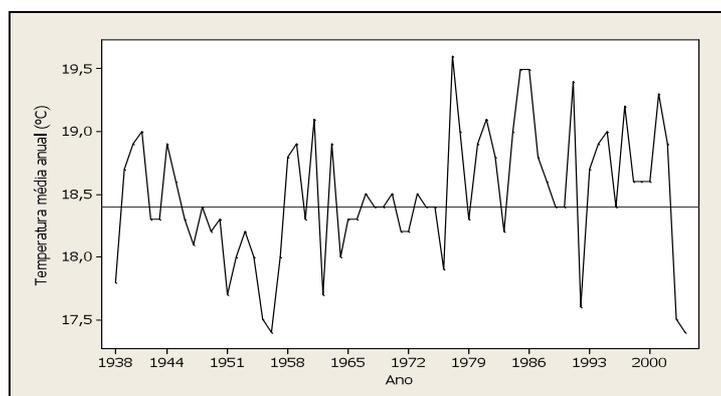
No caso, dos resultados apresentados por Mendonça (2005), nota-se que ambas estações encontram-se mais no interior do estado, onde possivelmente a temperatura sofre influência da continentalidade. Outro fator interessante, é que ele aborda individualmente cada estação meteorológica.

Dados de IPCC (2001) comprovam que, ao longo do século XX, a temperatura média global aumentou em torno de  $0,6^{\circ}\text{C}$ . A década de 1990 e o ano de 1998 foram os mais quentes desde o início da série (1861). Assim, os resultados obtidos na pesquisa para o Planalto Meridional do Estado do Rio Grande do Sul são relativamente diferentes, uma vez que se está fazendo comparações em escalas geográficas diferenciadas (escala regional e global). Nos resultados da análise espectral da TMA, Figura 8, observam-se dois ciclos significativamente fortes de 4,1 e 4,7 anos. Os ciclos também correspondem ao fenômeno do El Niño que, novamente, é evidenciado nesta série.

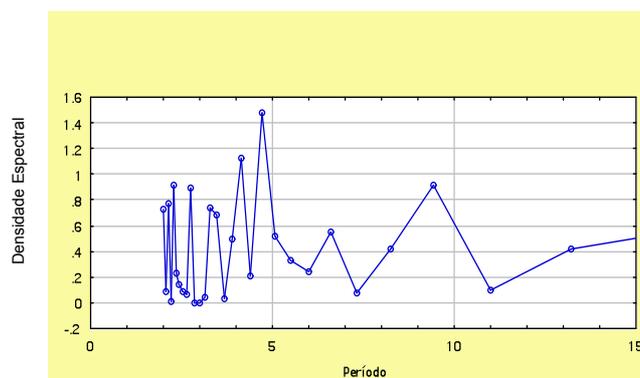
A amplitude térmica média anual (AMA) oscilou entre o máximo de  $13,5^{\circ}\text{C}$  e o mínimo de  $9,9^{\circ}\text{C}$ . A média anual foi  $11,6 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ .

Na representação gráfica da AMA, Figura 9, constata-se que, no período 1938-2004, a tendência foi de ocorrência de decréscimo da diferença entre  $T_{\text{MaxMA}}$  e  $T_{\text{MinMA}}$ , uma redução de  $-0,02^{\circ}\text{C}\cdot\text{ano}^{-1}$ ,  $1,3^{\circ}\text{C}$  em 66 anos. Esta redução, certamente está vinculada ao acréscimo apresentado pela  $T_{\text{MinMA}}$ .

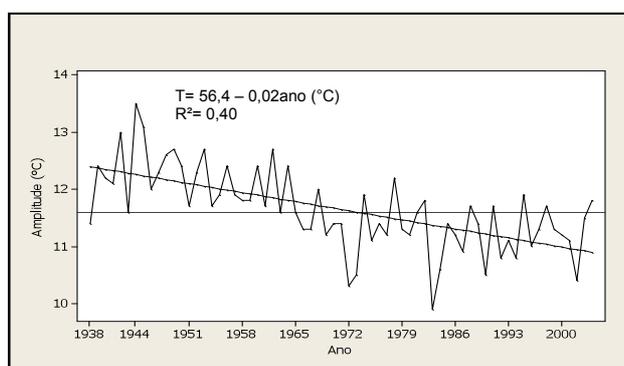
Livi (2002) também constatou a diminuição da amplitude e afirma que isto pode ter relação com o aumento do número de dias de chuva, conseqüentemente mais nublados. Além disso, o efeito estufa provocado pelas nuvens reduz o resfriamento noturno da superfície, reduzindo a amplitude térmica.



**Figura 6.** Temperatura média anual (TMA) para o Planalto Meridional-riograndense. A linha contínua define a média ( $18,4^{\circ}\text{C}$ ).



**Figura 7.** Densidade espectral dos dados da temperatura média anual (TMA) para o Planalto Meridional-riograndense.



**Figura 8.** Amplitude média anual para o Planalto Meridional-riograndense. A linha contínua define a média (11,6°C).

A regressão resultou na seguinte equação ( $R^2 = 0,40$  e  $\alpha < 0,0001$ ):

$$T_{(\text{amplitude})} = 56,4 - 0,0227\text{ano } (^\circ\text{C}) \quad (8)$$

Sendo  $x$  o ano e  $T_{(\text{amplitude})}$  a amplitude média anual estimada.

Observa-se que o modelo ajustado é significativo, pois o valor de  $\alpha$  é  $< 0,05$ . No modelo, o  $R^2$  é o coeficiente de determinação que explica quanto varia a amplitude em função do tempo.

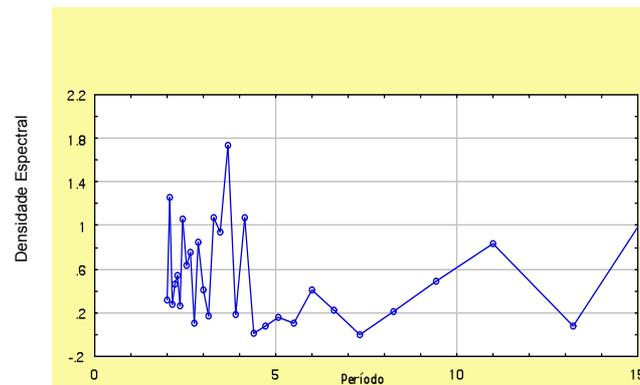
Aplicando-se a metodologia para estimação de ciclos para AMA Figura 10, ficaram evidenciados dois ciclos de 4,1 e 4,7 anos que correspondem aos ciclos do El Niño (Oliveira, 1999).

Quanto aos resultados da análise espectral, evidencia-se que a TMA e a AMA apresenta ciclos coincidentes de 4,1 e 4,7 anos.

No caso da TMaxMA os ciclos são de 3,3; 3,5; 4,1 e 4,7 anos e para a TMinMA de 2,3; 4,7 e 11 anos.

Conforme os dados obtidos, verificamos que os ciclos entre 3,3 e 4,7 são característicos do fenômeno El Niño (IPCC, 1996), (Oliveira, 1999). Esta característica cíclica descrita pelo El Niño, também, foi encontrada na análise espectral feita por Livi (2002) para Porto Alegre. Já o ciclo de 11 anos foi constatado apenas na série da TMinMA e representa o período das manchas solares.

Conforme (Oliveira, 1999) e (Livi, 2002), o fenômeno do El Niño interfere na dinâmica dos sistemas frontais, resultando em maior duração do tempo nublado na região sul do Brasil, o que pode ser constatado no aumento de dias de chuva e na duração do período de insolação.



ICHIBA, S. H. K. et al. 2005. Variabilidade da temperatura máxima, média e mínima para o estado do Paraná. In: XI SGB FÍSICA E APLICADA. 2005. São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2005. 1CD ROM.

IPCC. 95. 1996. **Climate change 1995: the science of climate change.** HOUGHTON, J. T.; MEIRA FILHO, L. G.; CALLANDER, B. A.; HARRIS, N.; KATTENBER, A.; MASKELL, K (ed). Cambridge: Cambridge University Press, a996.

IPCC 2001. **Climate change 2001: Synthesis Report.** WATSON, R.T.; TEAM, C. W. (ed). Cambridge: Cambridge University Press. 398p, 2008.

LIVI, P. F. **O clima em Porto Alegre no século XX: uma análise de séries temporais.** 2002. 58 fl. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

MENDONÇA, F. Aquecimento global e saúde: uma perspectiva geográfica – notas introdutórias. In: Mudanças Climáticas: repercussões globais e locais. In: **Terra Livre.** São Paulo, nº 20. p. 205-221, 2003.

MESOMMO, D. et al. Tendência na temperatura mínima média numa região climática do Rio Grande do Sul. In: XIV CONGRESSO

OLIVEIRA, H. T. de. **Climatologia das temperaturas mínimas e probabilidade de ocorrência de geada no estado do Rio Grande do Sul.** 1997. 81 f. Dissertação. (Mestrado) – Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

OLIVEIRA, S. O **O El Niño e você: o fenômeno climático.** São José dos Campos. TRANSTEC, 116 p., 1999.

PINTO, H.S. et al. O aquecimento global e agricultura. Com Ciência – **Mudanças Climáticas,** 2002. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/clima/clima16.htm>>. Acesso em 14 jun. 2005.

SPIEGEL, M. R. **Estatística.** 3ª ed. São Paulo. Makron Books. 1993. 639 p.

TUCCI, C. E.M; BERTONI, J. C. Precipitação. In: Tucci (org): **Hidrologia ciência e aplicação.** 2001. p 183 –184.