



CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA E ESTUDO DE TENDÊNCIAS NAS SÉRIES TEMPORAIS DE TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO EM PELOTAS/RS

WINKE, Luis Otávio Ledebuhr¹; DAMÉ, Rita de Cássia Fraga²; TEIXEIRA, Claudia Fernanda Almeida²; MACHADO, Amauri Almeida³; ROSSKOFF, José Luiz Costa²

^{1,2}Dept^o de Engenharia Agrícola/FEA; ³Dept^o de Matemática e Estatística/IFM – FEA/UFPEL
Campus Universitário – Caixa Postal 354 – CEP 96010-900. eng.winke@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A identificação de alterações climáticas nos registros meteorológicos é de grande importância para os estudos de engenharia, uma vez que tanto as simulações como as aplicações da teoria da probabilidade são realizadas com a hipótese de que as séries históricas são homogêneas, isto é, não apresentem tendências. A tendência climática é entendida como uma alteração suave do clima, com acréscimo ou decréscimo nos valores médios das variáveis analisadas, no período de registro.

O relatório do "Intergovernmental Panel on Climate Change" (IPCC, 2001ab), divulgado pela OMM/WMO-Pnue/Unep indica uma situação inquietante quanto ao aumento da temperatura no planeta. Considerando os efeitos naturais e antropogênicos no ajuste dos dados observados e simulados, a previsão é de que a temperatura global deverá aumentar, nos próximos 100 anos, entre 1,4 e 5,8°C. Esse cenário, complementa os estudos feitos anteriormente pelo próprio IPCC (1997), quando estimou um incremento na temperatura de 0,05°C por década. Verificou também que a precipitação havia aumentado de 0,5 a 1,0% por década, até o final do século XX, principalmente no hemisfério Norte. Na região tropical, compreendida entre 10° de latitude Norte até 10° de latitude Sul, esse incremento na precipitação foi de 0,2 a 0,3%.

Uma avaliação da variabilidade climática, ao longo do tempo no Brasil, mostra que, dependendo da região analisada, podem ocorrer alterações contínuas ou ciclos bem demarcados dos elementos meteorológicos (Pinto et al., 2003). No estado do Rio Grande do Sul, a variação das temperaturas, mais especificamente no município de Pelotas, é menor do que a observada em Sete Lagoas/MG e Campinas/SP, região do Sudeste brasileiro. Os gradientes de temperaturas médias mínimas são de aproximadamente 0,008°C/ano e 0,02°C/ano, nos municípios de Pelotas/RS e de Sete Lagoas/MG, respectivamente. A explicação deste fato provavelmente está associada a maior frequência de entrada de frentes frias no sul do país, que passam

pelo Rio Grande do Sul, mas não chegam a atingir as áreas acima do Trópico de Capricórnio (Siqueira et al., 2000).

A detecção de mudanças climáticas em séries temporais hidrometeorológicas, além de ser um resultado científico importante, é uma necessidade para estabelecer o efeito das mudanças climáticas sobre os sistemas hidrometeorológicos, fundamental para o planejamento futuro dos recursos hídricos e produção de alimentos (Obregón & Marengo, 2007).

Desta forma, o objetivo do presente trabalho é apresentar as principais características da distribuição temporal da precipitação total anual, bem como os valores médios e extremos da temperatura do ar, medidos no posto climatológico da Universidade Federal de Pelotas, convênio UFPEL/EMBRAPA/INEMET, além de avaliar a série temporal destes elementos climáticos, a fim de subsidiar estudos sobre mudança climática na região.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de precipitação e de temperatura utilizados neste trabalho foram coletados no posto meteorológico da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL/EMBRAPA/INMET), situado nas coordenadas geográficas 23° 02'00" S e 45° 30'00" W, na altitude de 13 m acima do nível do mar. O período de observação foi de 1931 a 2007 onde foram constituídas séries de precipitação total anual, temperatura máxima média anual, temperatura máxima absoluta anual, temperatura média mínima anual e temperatura mínima absoluta anual.

Sobre as variáveis estudadas foram aplicados testes estatísticos de análises não-paramétricas por meio do teste de Mann-Kendall, proposto inicialmente por Sneyers (1975).

O teste de Mann-Kendall considera que, na hipótese de estabilidade de uma série temporal, a sucessão de valores ocorre de forma independente, e a distribuição de probabilidade deve permanecer sempre a mesma (série aleatória simples). Goossens & Berger (1986) afirmam que o teste de Mann-Kendall é o método mais apropriado para analisar mudanças climáticas em séries climatológicas e permite também a detecção e localização aproximada do ponto inicial de determinada tendência.

A hipótese de nulidade é que não há mudança climática considerando um nível α de probabilidade de 5% entre os valores da amostra e da população desta.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 ilustra a distribuição temporal da precipitação total anual (mm) no município de Pelotas/RS, no período de 1931 a 2007. Constata-se que o menor valor de precipitação no município ocorre no ano de 1951 com um total precipitado anual de 662 mm, ao passo que o maior valor anual precipitado foi de 2315 mm, registrado em 2002, ressaltando a alta variabilidade temporal da precipitação naquela localidade. A precipitação total anual média nesse período é de 1331 mm, valor próximo da normal climatológica que é de 1367 mm (1971-2000).

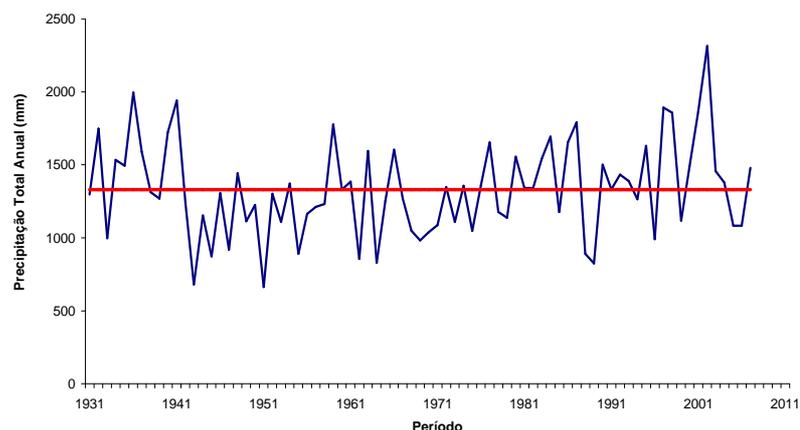


Figura 1. Série Temporal da Precipitação Total Anual (mm) no município de Pelotas/RS no período de 1931-2007.

A visualização dos totais da precipitação corresponde à análise exploratória do padrão temporal dos dados de precipitação. Segue-se agora o cálculo da estatística de Mann-Kendall para verificar se há tendência estatisticamente significativa nas séries temporais de dados de precipitação registradas no posto meteorológico. O resultado da tendência é apresentado na Tabela 1. A observação da Tabela 1 permite concluir que não foi encontrada tendência significativa na variável precipitação analisada com teste Mann-Kendall. Folhes & Fish (2006), analisando as séries de precipitação total anual, no período de 1983 a 2005, da localidade Taubaté/SP, também não encontraram tendência significativa para esta variável. No entanto, quando os autores analisaram os totais mensais precipitados, encontraram tendência significativa para os meses de abril e novembro, o que permitiu que estes formulassem hipóteses sobre as tendências observadas. Para o mês de novembro, os autores atribuíram a tendência significativa ao aparente aumento da temperatura do ar na região. Quanto ao mês de abril, atribuíram ao aumento da pluviosidade pela passagem de sistemas frontais na região. No presente trabalho não foram analisados os totais mensais precipitados. Desta forma, não foi possível formular hipóteses para a não ocorrência de tendência significativa.

Tabela 1. Resultados das análises de tendência a partir do teste de Mann-Kendall a um nível de significância de 95%, 1931-2007

Variável Analisada	Teste de Mann-Kendall	Tendência ($\alpha = 5\%$)
Precipitação Total Anual (mm)	1,271	NS
Temperatura Máxima Absoluta Anual (°C)	-1,140	NS
Temperatura Média Máxima Anual (°C)	0,361	NS
Temperatura Mínima Absoluta Anual (°C)	-0,854	NS
Temperatura Média Mínima Anual (°C)	4,192	+ S

NS = tendência não significativa; + S = tendência positiva; - S = tendência negativa

De forma geral, o teste de Mann-Kendall indica que nenhuma tendência significativa na temperatura do ar foi detectada, com exceção da tendência crescente na temperatura mínima média anual, como pode ser evidenciado na Tabela 1. A visualização do comportamento da temperatura média mínima anual, no município de Pelotas/RS no período de 1931-2007 é apresentada na Figura 2.

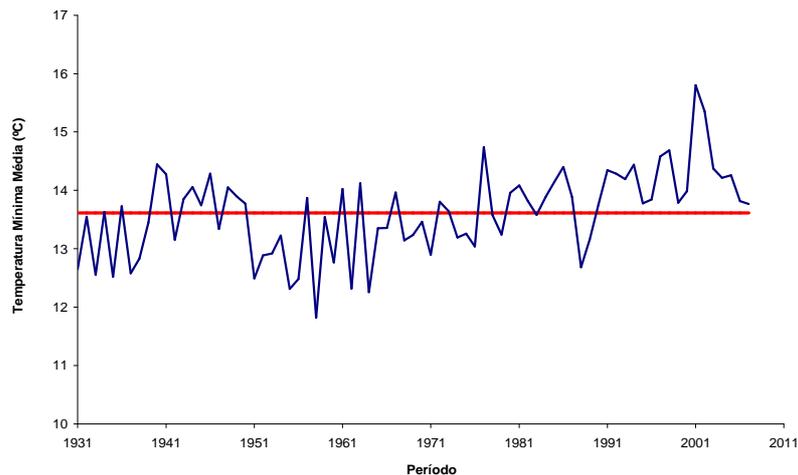


Figura 2. Série Temporal da Temperatura Mínima Média (°C) no município de Pelotas/RS no período de 1931-2007.

Observa-se que pelo teste de Mann-Kendall somente a série de temperatura mínima média anual não pode ser considerada como sendo homogênea. As demais variáveis analisadas foram consideradas homogêneas no período de 1931 a 2007 (Tabela 1) para a localidade de Pelotas/RS.

Diante dos resultados apresentados constata-se que este trabalho é um ensaio para o estudo de mudanças climáticas, sendo necessária a continuidade do mesmo. Sendo assim, os resultados obtidos são preliminares. Para corroborar com o descrito, tem-se o trabalho desenvolvido por Berlato et al. (1995), que estudando dados de precipitação de 17 locais do Rio Grande do Sul, não identificaram tendências de longo prazo na precipitação pluvial anual, ressaltando que as reduções e incrementos que se observaram em curto período se referem, possivelmente, à flutuação natural da precipitação pluvial.

4. CONCLUSÕES

Houve tendência significativa crescente das temperaturas mínimas médias anuais para o período de 1931 a 2007, na localidade de Pelotas. Para as demais variáveis (precipitação total anual, temperatura máxima média anual, temperatura máxima absoluta anual e temperatura mínima absoluta anual) não houve tendência significativa.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

FOLHES, M.T.; FISH, G. Caracterização climática e estudo de tendências nas séries temporais de temperatura do ar e precipitação em Taubaté (SP). **Revista Ambiente Água**, Taubaté, v.1, n.1, p. 61-7, 2006.

GOOSSENS, C.; BERGER, A. Annual and seasonal climatic variations over the northern hemisphere and Europe during the last century. **Annales Geophysicae**, Berlin, v.4, n.B4, p. 385-400, 1986.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC, 1997. (Revised 1996) Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Workbook. Intergovernmental Panel on Climate Change, Paris.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC, Third Assessment Report, Climate Change 2001: Working Group II: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, 2001a.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC, Third Assessment Report, Climate Change 2001: Synthesis Report, 2001b.

OBREGON, G., MARENGO J, A. 2007: Caracterização do clima do Século XX no Brasil: Tendências de chuvas e temperaturas médias e extremas. **Relatório 2**, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA, SECRETARIA DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS – SBF, DIRETORIA DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – DCBio Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade – Sub-projeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI. Brasília, Fevereiro 2007.

PINTO, S.A.; ASSAD, E.D.; ZULLO JÚNIOR, J.; ÁVILA, A.M.H. Variabilidade climática. In: HAMADA, E. (Ed.). **Água, agricultura e meio ambiente no Estado de São Paulo: avanços e desafios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. Cap. I Cd-Rom.

SIQUEIRA O.J.W.; STEINMETZ, S.; FERREIRA, M.F.; COSTA, A.C.; WOZNIAK, M.A. Mudanças climáticas projetadas através dos modelos GISS e reflexos na produção agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 2, p. 311-320, 2000.

SNEYERS, R. **Sur l'analyse statistique des series d'observations**. Genève : Organisation Météorologique Mondiale, 1975. 192p. (OMN, Note Technique, 143).