

## **TENDÊNCIA TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL ANUAL NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

### **TIME TREND OF ANNUAL RAINFALL IN THE STATE OF RIO GRANDE DO SUL**

Moacir Antônio Berlato<sup>1</sup>, Denise Cybis Fontana<sup>2</sup> e Letícia Bono<sup>3</sup>

#### **RESUMO**

O objetivo desse trabalho foi avaliar a tendência temporal da precipitação anual no estado do Rio Grande do Sul. Foram tomadas séries históricas contínuas e homogêneas de 17 localidades do Estado, com períodos de observação de 74 a 78 anos, sendo a tendência avaliada pela técnica de regressão linear. Os resultados mostram que não há tendência de longo prazo da precipitação pluvial anual no Estado, sendo as reduções e incrementos que se observam em curtos períodos devido, possivelmente, à flutuação natural dessa variável.

**Palavras-chave:** precipitação, tendência temporal.

#### **SUMMARY**

The objective of this study was evaluate the time trend of annual rainfall in the State of Rio Grande do Sul. For this purpose continuous and homogeneous historical series were taken from 17 stations around the state. Using an observation period of 74 to 78 years time trends were evaluated by linear regression techniques. The results showed that there is not a long trend of rainfall, therefore the reductions and increases in rainfall observed over short periods are, probably, due to the natural fluctuation of this variable.

**Key words:** rainfall, time trend.

---

<sup>1</sup>Engº Agrº, Dr., Faculdade de Agronomia/UFRGS, Cx Postal 776, CEP 91501-970, Porto Alegre - RS.

<sup>2</sup>Engº Agrº, M.Sc., Faculdade de Agronomia/UFRGS, Cx Postal 776, CEP 91501-970, Porto Alegre - RS.

<sup>3</sup>Engº Agrº, Cx Postal 776, CEP 91501-970, Porto Alegre - RS

## INTRODUÇÃO

A possibilidade de mudança do clima da Terra provocada pelo aumento do efeito estufa, como consequência de emissões de gases de estufa (principalmente gás carbônico) pelas atividades humanas vem sendo enfatizada ultimamente (BRUCE, 1990; ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL, 1990). Além do aumento da temperatura, a probabilidade de mudança do regime pluviométrico é de fundamental importância, especialmente para a agricultura, dada a estreita correlação existente entre precipitação pluvial e produção agrícola.

Em análise preliminar, BERLATO et al (1993) mostraram não haver tendência significativa nem de redução nem de aumento da precipitação anual média em todo o Estado do Rio Grande do Sul.

Mais recentemente, CASTAÑEDA & BARROS (1994) estudando a tendência temporal da precipitação pluvial anual na região do Cone Sul (Argentina, Uruguai, Paraguai e sul do Brasil), encontraram tendência positiva na maioria das séries utilizadas, embora nem todas estatisticamente significativas, especialmente nos últimos 35 anos (1956-91). Das estações do sul do Brasil, embora o trabalho não identifique as localidades representadas nos mapas, percebe-se que apenas duas estações estão localizadas no Rio Grande do Sul, uma a leste e outra no extremo oeste do Estado.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a tendência temporal da precipitação anual em 17 localidades do Rio Grande do Sul, da média de todo o Estado, bem como testar a hipótese do incremento da precipitação nas últimas quatro décadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de precipitação pluvial foram obtidos das estações meteorológicas do Oitavo Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (8° DISME/INMET) e da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO/SCT). Foram utilizados os dados mensais de 27 localidades do Estado e realizado o somatório anual. Para a análise foram utilizadas apenas séries temporais contínuas com períodos que variaram de 74 a 78 anos de observação. Em alguns casos de falta de dados de precipitação pluvial mensal foi feita uma estimativa com base na precipitação pluvial de estações vizinhas, pelo método descrito por TUBELIS e NASCIMENTO (1980). As séries de dados utilizadas são homogêneas conforme demonstrado por ÁVILA (1994).

A análise da tendência temporal da precipitação pluvial foi feita usando o modelo clássico de análise de uma série temporal  $Z_t$ , que pode ser escrito como (MORETTIN e TOLOI, 1987):

$$Z_t = T_t + S_t + a_t \quad \mathbf{1}$$

onde  $T_t$  é a tendência temporal,  $S_t$  a componente sazonal,  $a_t$  um termo aleatório e  $t(t=1, \dots, n)$  é o número de observações da série.

No caso particular de análise de totais anuais de precipitação pluvial "filtra-se" a componente sazonal e a equação (1) reduz-se a:

$$Z_t = T_t + a_t \quad \mathbf{2}$$

Como método de estimar a tendência temporal ( $T_t$ ) foi utilizado um polinômio de primeiro grau (tendência linear) dado por:

$$T_t = b_0 + b_1 t \quad \mathbf{3}$$

sendo as estimativas dos coeficientes  $\beta_0$  e  $\beta_1$  obtidas pelo método dos quadrados mínimos, e considerando  $t$  como os dois últimos dígitos do ano civil (13, 14, ...90).

Para verificar se existe tendência foi feito um teste de hipótese para o coeficiente de regressão  $\beta_1$  ( $H_0: \beta_1 = 0$ , não existe tendência;  $H_1: \beta_1 \neq 0$ , existe tendência), em nível de significância 0,05.

A análise foi realizada para três períodos: 1913-51, 1952-90 e 1913-90.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A Tabela 1 apresenta os parâmetros da análise de tendência temporal para as 17 localidades e para a média de todo o Estado, nos três períodos considerados. No primeiro período da série (1913-51) houve tendência de redução da precipitação pluvial ( $\beta_1 < 0$ ) para a maioria das estações, bem como para a média do Estado, embora apenas em três localidades (Vacaria, São Gabriel e Caxias do Sul) essa tendência foi estatisticamente significativa (1%). No segundo período analisado (1952-90) essa tendência se inverte ( $\beta_1 > 0$ ) na maioria das estações, bem como na média do Estado (Tabela 1 e Figura 1a), embora também nesse caso em apenas duas estações (Caxias e São Luiz Gonzaga) a tendência temporal da precipitação foi estatisticamente significativa (5%).

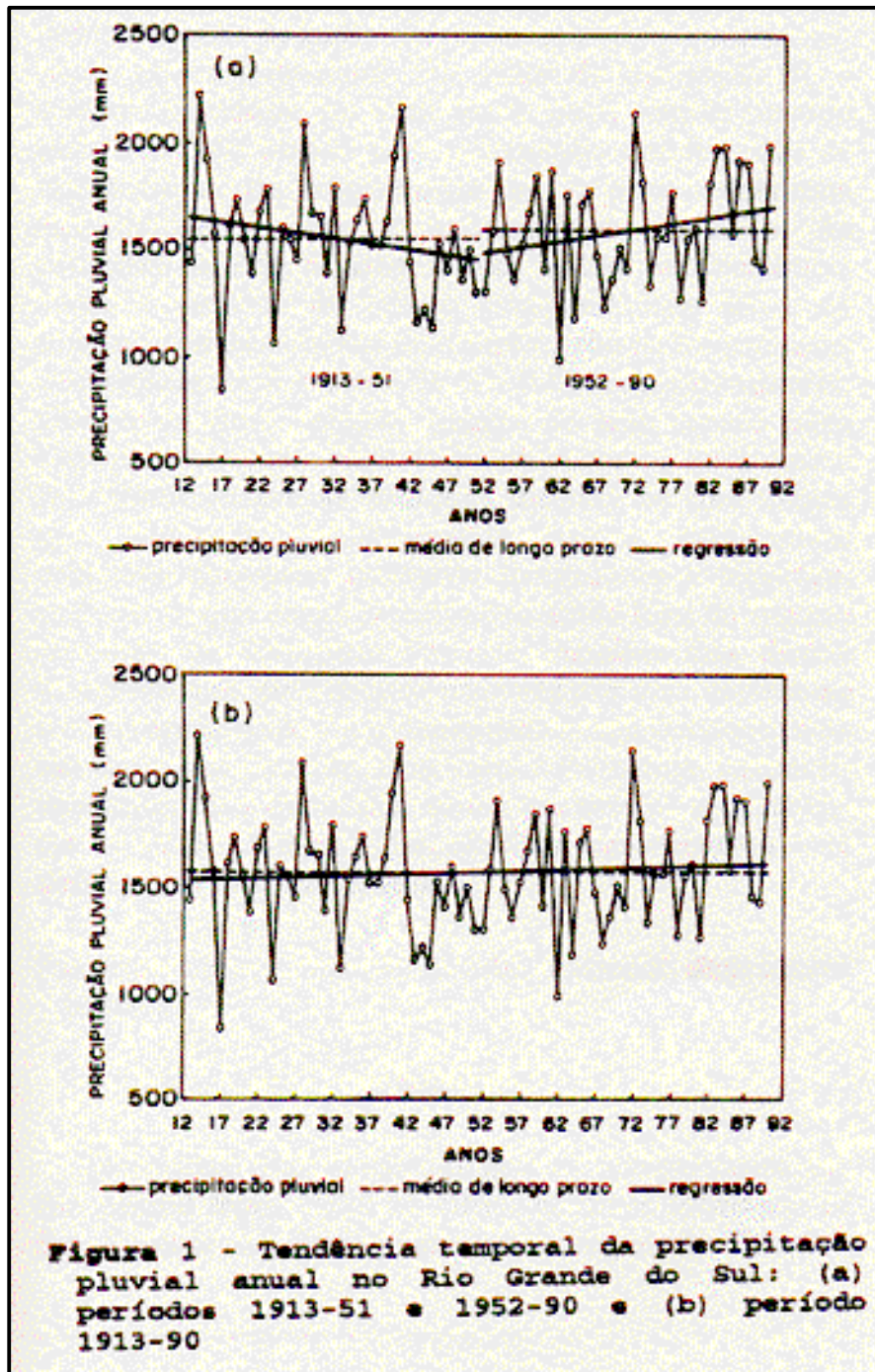
Na média de todo o Estado, houve uma redução de 5,2 mm/ano na precipitação pluvial anual nas primeiras quatro décadas da série pluviométrica (1913-51), compensada por um aumento de 5,6 mm/ano

nas quatro décadas seguintes (1952-90) (Tabela 1). A tendência de incremento da precipitação no Estado do Rio Grande do Sul no período 1952-90, embora não significativa estatisticamente, na maioria das estações, concorda com os resultados de CASTAÑEDA & BARROS (1994), os quais encontraram incremento da precipitação pluvial na maioria das estações meteorológicas da região do Cone Sul para o período 1956-91.

**Tabela 1 - Estatísticas da análise da tendência temporal da precipitação pluvial anual no Rio Grande do Sul, períodos 1913-51, 1952-90 e 1913-90.**

Local/ Período	Média (mm)	$\beta_0$ (mm)	$\beta_1$ (mm/ano)	teste t
<b>Lagoa Vermelha</b>				
1915-1951	1692	1769	-2,34	-0,471
1952-1989	1751	1835	-1,18	-0,227
1915-1989	1722	1683	0,76	0,423
<b>Cruz Alta</b>				
1913-1951	1763	1902	-4,33	-0,679
1952-1990	1751	1110	9,02	1,592
1914-1990	1757	1739	0,34	0,161
<b>Passo Fundo</b>				
1914-1951	1645	1812	-5,15	-0,837
1952-1990	1787	1655	1,86	0,369
1914-1990	1717	1593	2,39	1,207
<b>Vacaria</b>				
1915-1951	1534	2176	-19,45	-3,677**
1952-1990	1529	941	8,29	2,020
1915-1990	1531	1595	-1,21	-0,660
<b>Porto Alegre</b>				
1913-1951	1278	1233	1,42	0,334
1952-1990	1339	895	6,26	1,757
1913-1990	1309	1199	2,13	1,546
<b>Santa Maria</b>				
1913-1951	1727	1890	-5,11	-0,845
1952-1990	1622	932	9,72	1,845
1913-1990	1675	1748	-1,43	-0,702
<b>São Gabriel</b>				
1913-1951	1540	1976	-13,61	-2,821**
1952-1990	1351	884	6,58	1,413
1913-1990	1445	1678	-4,52	-2,584**
<b>Bagé</b>				
1913-1951	1320	1492	-5,40	-1,059
1952-1990	1413	1025	5,45	1,213
1913-1990	1366	1274	1,80	1,050
<b>Santana do Livramento</b>				
1913-1951	1367	1432	-2,03	-0,520
1952-1990	1425	1411	0,20	0,046
1913-1990	1396	1350	0,89	0,611
<b>Caxias do Sul</b>				
1913-1951	1722	2192	-14,69	-2,878**
1952-1990	1868	1012	12,07	2,061*
1913-1990	1795	1667	2,49	1,200
<b>Cacapava do Sul</b>				
1915-1951	1521	1412	3,32	0,643
1952-1990	1611	1653	-0,59	-0,125
1915-1990	1567	1459	2,07	1,204
<b>Santa Vitória do Palmar</b>				
1913-1951	1174	1166	0,24	0,045
1952-1990	1215	1249	-0,47	-0,130
1913-1990	1194	1155	0,77	0,485
<b>São Borja</b>				
1914-1951	1599	1921	-9,89	-1,606
1952-1990	1618	1043	8,11	1,672
1914-1990	1609	1597	0,24	0,120
<b>Uruguaiana</b>				
1913-1915	1341	1320	0,68	0,171
1952-1990	1508	1193	4,43	0,800
1913-1990	1425	1227	3,83	2,277**
<b>Marcelino Ramos</b>				
1917-1951	1608	1543	1,92	0,351
1952-1990	1746	1696	0,70	0,147
1917-1990	1681	1515	3,09	1,740
<b>Santo Angelo</b>				
1915-1951	1767	1900	-4,02	-0,608
1952-1990	1688	991	9,81	1,591
1915-1990	1727	1764	-0,71	-0,310
<b>São Luiz Gonzaga</b>				
1913-1951	1723	1934	-6,59	-1,051
1952-1990	1848	876	13,70	2,375*
1913-1990	1786	1616	3,30	1,513
<b>Média do RS</b>				
1913-1951	1551	1717	-5,18	-1,257
1952-1990	1593	1196	5,58	1,495
1913-1990	1572	1528	0,85	0,602

\* significativo a 5%       $\beta_0$  e  $\beta_1$  - coeficientes do modelo de regressão linear.  
 \*\* significativo a 1%



A análise dos dados do período de 1913-90 mostra  $\beta_1 > 0$  para 13 das 17 estações (Tabela 1), mas apenas uma estatisticamente significativa e, contrariando a tendência geral, essa (São Gabriel) teve  $\beta_1 < 0$ . Na média de todo o Estado e para o período de longo prazo (78 anos) não houve tendência significativa na precipitação pluvial anual (Tabela 1 e Figura 1b), confirmando o exame preliminar feito por BERLATO et al (1993). As reduções e incrementos da precipitação anual que se observam nos subperíodos estudados possivelmente representem apenas a flutuação climática natural dessa variável.

## CONCLUSÃO

Os resultados do presente trabalho mostram que embora haja flutuação da precipitação em curtos períodos, no longo prazo o regime pluviométrico anual do Estado não mudou significativamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁVILA, A. M. H. **Regime de precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul com base em séries de longo prazo.** Porto Alegre: UFRGS, 1994. 75 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1994.
- BERLATO, M. A., FONTANA, D. C., BONO, L. Tendência temporal da precipitação pluvial anual do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 8., 1993, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993. 211 p., p. 5.
- BRUCE, J. P. **The atmosphere of the living Planet Earth.** Geneve: Secretary of World Meteorological Organization, 1990. 42 p. (WMO, n. 735)
- CASTAÑEDA, M. E., BARROS, V. Las tendencias de la precipitacion en el Cono Sur de America al este de los Andes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 8., CONGRESSO LATINO AMERICANO E IBÉRICO DE METEOROLOGIA, 2., 1994, Belo Horizonte. **A meteorologia na prevenção dos desastres naturais.** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1994. v. 1. p. 207-211.
- ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL. **La OMM y el calentamiento global.** Genebra: Secretaria de la Organizacion Meteorologica Mundial, 1990. 23 p. (OMM, n. 741).
- MORETTIN, P. A., TOLOI, C. M. **Séries temporais: métodos quantitativos.** 2. ed. São Paulo: Atual, 1987. 136 p.
- TUBELIS, A., NASCIMENTO, F. J. L. do **Meteorologia descritiva.** São Paulo: Nobel, 1980. 374 p.