

## DETECÇÃO DE TENDÊNCIA DE CHUVAS INTENSAS NO MUNICÍPIO DE SÃO LORENÇO DO SUL, RIO GRANDE DO SUL

JACIRA PORTO DOS SANTOS<sup>1</sup>; PAMELA BILHAFAN DISCONZI<sup>1</sup>; ROSIANE SCHWANTZ DO COUTO<sup>1</sup>; GISELE MACHADO DA SILVA<sup>1</sup>; CLAUDIA FERNANDA ALMEIDA TEIXEIRA<sup>2</sup>; RITA DE CÁSSIA FRAGA DAMÉ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e a Água/MACSA/UFPel – portojacira@gmail.com; pameila\_bilhafan@yahoo.com.br; couto.rosianes@gmail.com; giselesilva@cavg.ifsul.edu.br

<sup>2</sup>Centro de Engenharias/CEng/UFPel – cfteixeir@ig.com.br; ritah2o@hotmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

Precipitação intensa entendida como uma chuva com altura extrema, duração, distribuição espacial e temporal crítica para uma área ou bacia hidrográfica é fundamental em estudos hidrológicos relacionados à erosão do solo, inundações em áreas rurais e urbanas, estimativa da vazão máxima de projetos de obras hidráulicas, sistemas de drenagem, dentre muitas outras aplicações (Silva e Clarke, 2004).

Neste sentido, a análise dos dados de precipitação é essencial para que as análises deles decorrentes representem o regime pluvial da região estudada (Keller Filho et al., 2005). Em contrapartida, em países subdesenvolvidos e emergentes o problema é incrementado pela escassez de dados de precipitação o que dificulta os estudos hidrológicos (Clarke & Tucci, 2003).

Ao se utilizar os dados hidrológicos de precipitação e vazão nos projetos de estruturas hidráulicas, por exemplo, parte-se do pressuposto de que as séries temporais sejam estacionárias, ou seja, não apresentam alteração das suas características estatísticas ao longo do tempo (Tucci, 2005). Assim, a identificação de alterações de tendências nos registros de precipitação é importante para os estudos que utilizam as séries temporais, pois técnicas como modelagem estocástica e outras fundamentadas na teoria da probabilidade são aplicadas com a hipótese de que as séries históricas sejam estacionárias (Blain, 2010).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi identificar a presença ou ausência de tendência nas séries de precipitação máxima diária anual, da localidade de São Lourenço do Sul/RS/Brasil, com fins de selecionar as técnicas que devem ser utilizadas nos estudos hidrológicos a serem realizados com as mesmas.

### 2. METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado a partir dos dados de precipitação máxima diária anual de duas estações climatológicas localizadas no município de São Lourenço do Sul, pertencentes a bacia hidrográfica do Atlântico Sul (8), e sub-bacia da Lagoa dos Patos (87). Foram analisados os dados de precipitação da referida bacia hidrográfica, obtidos do banco de dados da Agência Nacional de Água (ANA, [www.hidroweb.ana.gov.br](http://www.hidroweb.ana.gov.br)). Na Tabela 1 é apresentada a caracterização das estações de precipitação utilizadas para a realização do trabalho.

**Tabela 1.** Caracterização de duas estações de precipitação da bacia hidrográfica do Atlântico Sul

Estação	Nome	Latitude	Longitude	Altitude (m)	N (anos)
3152002	Boqueirão	-31:17:02	-52:4:59	120	39
3151003	São Lourenço do Sul	-31:22:03	-51:59:12	2	29

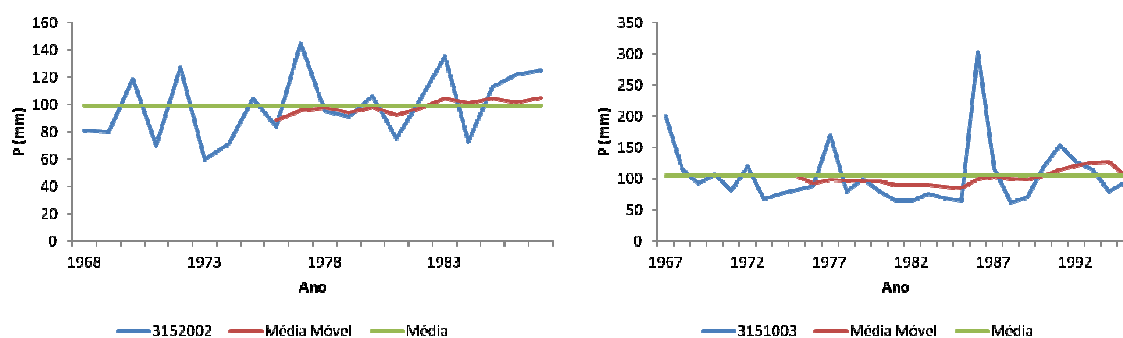
Foi utilizada a análise gráfica para conhecer o comportamento de tendência das séries temporais e, logo após, aplicados os testes estatísticos paramétrico e não paramétrico, para aceitar ou rejeitar a hipótese de nulidade,  $H_0$ , que refere-se a não existência de alteração de tendência na população de onde foi retirada a amostra dos dados, enquanto que a hipótese alternativa,  $H_1$ , refere-se a existência de tendência nos registros da população.

Para testar as hipóteses de tendência de longo prazo e a dos *passos de mudança*, as metodologias empregadas fundamentaram-se em: (a) verificação da existência ou não de tendência monotônica; e (b) detecção dos *pontos de mudança*, caso estas ocorram. Na verificação da existência ou não de tendência monotônica foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Kendall (Xu et al., 2003). Para detectar a ocorrência ou não dos pontos de mudança nas séries de precipitação analisadas foi utilizado o teste de Mann-Whitney (Chen et al., 2007).

Além do teste de Mann-Whitney foi aplicado também o teste “t” de Student (Mello & Silva, 2009) para duas amostras não pareadas, sendo que para a aplicação do mesmo foi assumida a mesma secção da série de dados utilizada no teste de Mann-Whitney.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentadas as séries de precipitação máxima diária, as suas médias, bem como a média móvel com retardo ( $k$ ) igual a 10 (Xu et al., 2003), para as duas estações analisadas. A partir da observação visual do comportamento da média móvel em relação à média aritmética dos valores totais anuais precipitados foi possível a identificação do período em que as séries deveriam ser subdivididas, em função da alteração da tendência.

**Figura 1:** Comportamento das séries de precipitação, média e média móvel, das 2 estações analisadas.

Na Tabela 2 são apresentados os períodos em que foram subdivididas as séries de precipitação e suas respectivas estatísticas. Observa-se que para as duas estações, foram consideradas a divisão da série em dois períodos.

**Tabela 2:** Estatísticas descritivas dos valores de precipitação das 2 estações analisadas após a subdivisão das séries

Estação	Série	n	Média (mm)	Desv. Pad. (mm)	CV
3152002	1968-1977	10	94	28.15	0.30
	1978-1987	10	104	20.72	0.20
3151003	1967-1976	10	103	38.43	0.37
	1977-1995	19	105	57.11	0.54

Segundo Xu et al. (2003), o critério de subdivisão deve estar fundamentado na existência de uma diferença acentuada entre os valores de precipitação da série e o valor médio da mesma, bem como na exigência do seu comprimento, ou seja, em qualquer partição selecionada, o comprimento dos registros resultantes após a subdivisão, deve permitir a aplicação dos testes estatísticos apropriados.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados das estatísticas dos testes “t” (paramétrico) e Mann-Whitney (não-paramétrico). Os resultados dos testes se referem a aplicação da estatística em cada período “n”, em que a série foi subdividida. Observa-se que nas estações analisadas, a hipótese de nulidade foi aceita no nível de significância de 5%, ou seja, não houve alteração na tendência do regime pluvial anual na localidade de São Lourenço do Sul. Blain et al. (2009), aplicando o teste da razão da verossimilhança, também encontraram a continuidade de tendência de elevação no regime de precipitação pluvial em São Lourenço do Sul/RS.

**Tabela 3.** Resultados dos testes “t” de Student e de Mann-Whitney das séries de precipitação anual

Estação	N	t <sub>calc</sub>	t <sub>tab</sub>	H <sub>0</sub> (t)	Z <sub>calc</sub>	Z <sub>tab</sub>	H <sub>0</sub> (Z)
3152002	10-10	-0.89	2.26	A	-1.05	1.96	A
3151003	10-19	-0.13	2.10	A	0.64	1.96	A

A: aceita-se a hipótese de nulidade (H<sub>0</sub>) a 5 % de probabilidade; R: rejeita-se a hipótese de nulidade (H<sub>0</sub>) a 5% de probabilidade.

Pode-se observar também na Tabela 4, quando aplicado o teste de Mann-Kendall, que não houve evidência de alteração de tendência, uma vez que Z<sub>calc</sub> foi inferior ao valor crítico da estatística (1,96) para o nível de probabilidade de 5%, confirmando novamente a falta de tendência dos dados analisados.

**Tabela 4:** Valores da estatística de Mann-Kendall para as 2 estações analisadas

Estação	Z <sub>calc</sub>	H <sub>0</sub> (Z)
3152002	0.13	A
3151003	-0.03	A

A: aceita-se a hipótese de nulidade (H<sub>0</sub>) a 5 % de probabilidade; R: rejeita-se a hipótese de nulidade (H<sub>0</sub>) a 5% de probabilidade.

#### 4. CONCLUSÕES

Assim, a conclusão deste trabalho é que os dados provenientes das duas estações não apresentam alteração de tendência, e sob este aspecto, podem ser utilizadas técnicas que considerem amostras estacionárias.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. **Agência Nacional de Águas**. HidroWeb: sistemas de informações hidrológicas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb>>. Acesso em: 4 ago. 2013.

BLAIN, G.C. Tendências e variações climáticas em séries anuais de precipitação pluvial do estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.3, p.765-770, 2010.

BLAIN, G.C.; KAYANO, M.T.; CAMARGO, M.B.P.; LULU, J. Variabilidade amostral das séries mensais de precipitação pluvial em duas regiões do Brasil: Pelotas-RS e Campinas-SP. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Piracicaba, v.24, n.1, p.1-11, 2009.

CHEN, Y.N.; LI, W.H.; XU, C.C.; HAO, X.M. Effects of climate change on water resources in Tarim River Basin, Northwest China. **Journal of Environmental Sciences**, Beijing, v.19, n.4, p.488-493, 2007.

CLARKE, R.T, e TUCCI, C.E.M (2003). **Regionalização hidrológica. Hidrologia Aplicada à Gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 169-222.

KELLER FILHO, T; ASSAD, E.D.; LIMA, P.R.S.R. (2005). Regiões pluviometricamente homogêneas no Brasil. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, 40 (4), 311-322.

MELLO, C.R.; SILVA, A.M. Modelagem estatística da precipitação mensal e anual e no período seco para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.1, p.68-74, 2009.

SILVA, B.C.; CLARKE, R.T. Análise Estatística de chuvas intensas na Bacia do Rio São Francisco. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.19, n.3, 265-272, 2004

TUCCI, C.E.M. **Modelos hidrológicos**. Porto Alegre: UFRGS, 2005. 678 p.

XU, Z.X.; TAKEUCHIA, K.; ISHIDAIRAA, H. Monotonic trend and step changes in Japanese precipitation. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.279, p.144-150, 2003.