

Análise de Séries Temporais de Vazão e Precipitação na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus

Rose Ane Pereira de Freitas^{1*}, Douglas Lindemann¹, Luciana Sandra Souza¹, Henrique Faria¹, Marcelo dos Santos¹, Abrahão Elesbon¹, Fernanda Casagrande².

1 – Aluno de Pós-Graduação de Meteorologia Agrícola – UFV

2 – Centro Regional de Pesquisas Espaciais (CRS) – INPE/Santa Maria – RS

¹email: rosefreitas78@gmail.com

ABSTRACT: In order to obtain information about the behavior of natural and anthropogenic influences in their operation which could help in understanding and managing hydrological basins. The study area of this work, understood the Matthew River Basin that drains water from an area of about 19,000 km². The flow data that were selected for the basin are three gauged stations of the National Hydrological Information (SNIH) site of the National Water Agency. The precipitation data were collected from three rainfall stations. In the evaluation of rainfall and streamflow were considered the annual totals of the wettest half of the wettest quarter and monthly data, and that these variables were examined nonparametric Mann-Kendall, Sen's. There is a big difference in the distribution of intra-annual flow. Due to influences of precipitation, the flow is centered between April and October accounting for more than 82% of annual flow. There was no tendency for the data flow and precipitation for the basin of the São Mateus. According to Sen test the trend of decrease in flow occurred since 1980.

Palavras-chave: Vazão, precipitação, rio São Mateus

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Zhenmei et al (2008) o ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica é um processo complexo influenciado pelo clima local, características físicas da bacia e pelas atividades humanas. O relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) tem sugerido que as alterações do clima, especialmente o aquecimento global, são causadas pelo incremento da emissão dos gases carbônico, metano e óxido nitroso na atmosfera (IPCC, 2007). Devido o clima agir como um fator determinante na distribuição e produção das atividades agropecuárias, e disponibilidade dos recursos hídricos, uma mudança em sua “configuração” pode provocar efeitos potencialmente negativos. Torna-se necessária uma avaliação mais aprofundada do comportamento das séries temporais de vazão e precipitação.

De acordo com Souza et al (2006) Técnicas de avaliação estatística de séries temporais são conhecidas desde a segunda metade do século XX, sem grandes aplicações a séries hidrológicas, especialmente às de vazão. Testes quanto à existência e mensuração de tendência (teste de Mann-Kendall), bem como quanto à existência de ruptura de tendências (teste t de Student e teste de Sen).

Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho usar a análise estatística para identificar tendências anuais precipitação e da vazão na Bacia do Rio São Mateus.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

A área de estudo desse trabalho, compreendeu a Bacia do Rio São Mateus que drena águas de uma área de aproximadamente 19.000 km², sendo 13.482 km² pertencentes ao Estado do Espírito Santo. O rio São Mateus banha os municípios de Água Doce do Norte, Barra de São Francisco, Boa Esperança, Conceição da Barra, Ecoporanga, Mantenópolis, Mucurici, Nova Venécia, Ponto Belo São Mateus e Vila Pavão no Estado do Espírito Santo. E tem como principais afluentes os rios: São Francisco, Mantenhina, Rio Muniz, Cibrão, Dois de Setembro, Quinze de Novembro, Santa Rita e Peixe Branco, São Domingos, Preto, Mantena e Norte. Nesta Bacia, os índices pluviométricos são relativamente baixos, apresentando os maiores problemas relacionados à seca no estado do Espírito Santo.

Na Figura 01, é apresentado o posicionamento espacial das estações em estudo, bem como o modelo digital de elevação da bacia do rio São Mateus, Braço Norte.

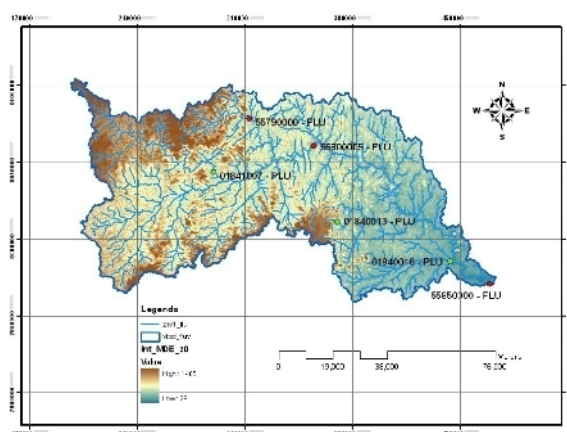


Figura 01. Mapa altimétrico e da localização das estações pluviométricas e fluviométricas.

Elaboração do banco de dados

Os dados de vazão que foram selecionados para a bacia são 3 estações fluviométricas do Sistema Nacional de Informações Hidrológicas (SNIH) site da Agência Nacional de Águas, e os dados de precipitação foram coletados de 3 estações pluviométricas.

Posteriormente à seleção das estações os dados foram submetidos a uma análise para verificar a consistência dos dados e realizar o preenchimento de falhas o qual foi feito mediante a utilização da média móvel para um período igual a 2.

Com base nestas análises foi verificado que havia muitas falhas nos dados de vazão e precipitação para a bacia do rio São Mateus. Assim para esta bacia foi selecionada uma estação pluviométrica e uma estação fluviométrica as quais continham menor número de falhas e maior série histórica. Foram utilizadas no trabalho a estação fluviométrica de ATALÉIA (55790000) e a estação pluviométrica de PATRIMÔNIO XV (01841007).

As séries anuais, semestrais e trimestrais foram construídas a partir da identificação do ano hidrológico. Para a bacia hidrográfica do rio São Mateus o ano hidrológico compreendeu o período de julho a junho.

Métodos Estatísticos para Análise Exploratória

Na avaliação das precipitações e vazões foram considerados os totais anuais, do semestre mais chuvoso, do trimestre mais chuvoso e dados mensais; sendo que as variáveis estudadas foram submetidas a análises não paramétricas de Mann-Kendall e Sen's.

O teste de Mann-Kendall foi proposto inicialmente por Sneyers (1975), e considera que na hipótese de estabilidade de uma série temporal, a sucessão de valores ocorre de forma independente e que a distribuição de probabilidade deve permanecer sempre a mesma (aleatória e simples). Assim, considerando-se que as séries temporais x_1, x_2, \dots, x_n , são valores seqüenciais e que n é o tamanho do conjunto, o teste de Mann-Kendall é dado pela equação que segue:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k)$$

Em que: x_j e x_k são os valores anuais do ano j , k e $j > k$, respectivamente, e,

$$\text{sgn}(x_j - x_k) = \begin{cases} 1 & x_j - x_k > 0 \\ 0 & x_j - x_k = 0 \\ -1 & x_j - x_k < 0 \end{cases}$$

A variância (S) e o teste estatístico z , foram calculados pela seguinte expressão:

$$\text{VAR}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18}$$

De modo que:

$$Z = \begin{cases} \frac{S+1}{\sqrt{\text{VAR}(S)}} & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ \frac{S-1}{\sqrt{\text{VAR}(S)}} & S < 0 \end{cases}$$

A presença de uma tendência estatisticamente significativa é avaliada utilizando a distribuição normal do valor de Z para um nível de significância de 5%.

O teste de Mann-Kendall, como já especificado, foi realizado com o intuito de verificar a existência ou não de tendências nas séries de dados. Quando estas foram identificadas, procedeu-se a realização do teste de Sen.

Para estimar a declividade verdadeira de uma tendência existente (como mudança climática anual) o método não-paramétrico de Sen é utilizado em casos onde a tendência pode ser assumida como linear. O acréscimo ou decréscimo monotônico contínuo em função do tempo é dado pela seguinte expressão.

$$f(t) = Qt + B$$

onde Q é o declive e B é uma constante.

Para obter a estimativa do declive (Q) que indica uma possível tendência na equação (5) todos os dados são calculados aos pares de valores

$$Q_i = \frac{x_j - x_k}{j - k}$$

Em que: $j > k$.

$$Q = \left\{ \frac{Q_{\lfloor \frac{n+1}{2} \rfloor}}{\frac{1}{2} \left(Q_{\lfloor \frac{n}{2} \rfloor} + Q_{\lfloor \frac{n+2}{2} \rfloor} \right)} \right\}$$

O teste de Sen possibilita identificar se houve ou não existência de mudanças de tendência na série.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Característica intra-anual das variáveis em estudo

Existe uma grande diferença na distribuição de vazão intra-anual. Devido a influencia da precipitação, a vazão é centralizada entre outubro e abril contabilizando por mais de 82% da vazão anual. Não existem grandes variações de junho a setembro (Figura 02). Com o aumento da precipitação, que começa a abastecer o rio São Mateus, a vazão atinge o máximo de cerca de 11 m³/s em janeiro. Após o mês de abril, a precipitação diminui gradualmente resultando na diminuição da vazão.

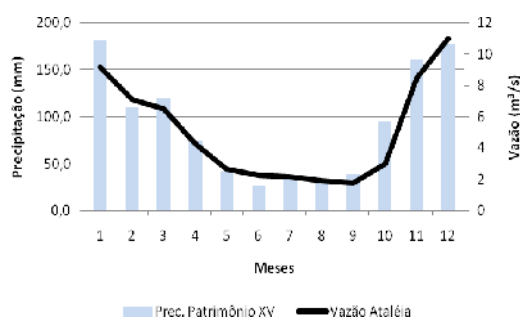


Figura 02 – Variação intra-anual de precipitação em mm e vazão em m³/s.

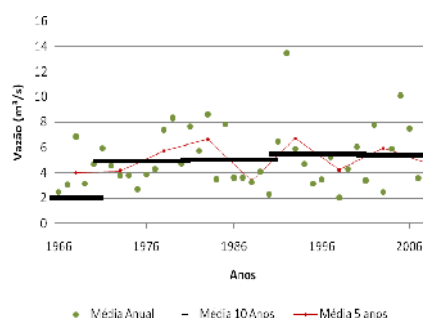


Figura 03 – Comportamento da vazão média anual (m³/s) de 5 e 10 anos.

Conforme mostrado na figura 03, podemos perceber que foram registrados valores inferiores na primeira década, e que durante as outras décadas os valores de vazão se mantiveram mais estáveis.

Testes não paramétricos

Teste de Mann-Kendall

Com base na realização do teste de Mann-Kendall para a bacia do rio São Mateus, foi verificado que não houve tendência de nenhuma das variáveis analisadas (precipitação total e vazão média) para os diferentes períodos analisados (anual, semestre mais chuvoso, trimestre mais chuvoso, mensal), a um nível de significância de 5% para o teste Z ($Z_{tabelado} = 1,96$).

A Tabela 01 apresenta os resultados obtidos para o teste de Mann-Kendall para a bacia do rio São Mateus, para as variáveis de interesse.

Diante destes resultados procedeu-se a análise de “Sen” para verificar a existência de quebra na tendência das séries em análise.

Teste de Sen

Como não ocorreu uma tendência significativa, o Teste de Sen não chegou a ser aplicado para esta bacia, visto que seus valores foram considerados sem importância para uma conclusão.

4. CONCLUSÕES

Não houve tendência para os dados de vazão e precipitação, para a bacia hidrográfica do rio São Mateus.

Para esta bacia ocorre o fato de ter uma grande variação na precipitação, com inverno com um índice pluviométrico baixo e um verão com um índice alto.

Quanto a vazão somente a primeira década apresentou uma vazão menor se comparada com o restante do período. A partir de 1970 a vazão do rio São Mateus permaneceu estável.

Tabela 01 – Resultados obtidos para a bacia do rio São Mateus.

1966 – 2008	S (Precipitação)	Zc (Precipitação)	S (Vazão)	Zc (Vazão)
Anual	27	0,303447	47	0,520195
Semestral	35	0,390146	27	0,303447
Trimestral	-19	-0,19507	37	0,411821
Janeiro	-103	-1,06747	6	0,073258
Fevereiro	117	1,23492	45	0,481409
Março	99	1,046542	83	0,879095
Abril	90	0,952353	137	1,444228
Maio	-34	-0,34536	111	1,172127
Junho	-98	-1,01515	80	0,847699
Julho	-106	-1,09887	20	0,219774
Agosto	21	0,230239	4	0,052327
Setembro	40	0,429082	29	0,313963
Outubro	-69	-0,71165	-101	-1,04654
Novembro	73	0,774441	7	0,083723
Dezembro	88	0,931422	29	0,313963

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IPCC. **Climate change 2007: The physical science basis**, Summary for Policymakers. IPCC Geneva, 2007. 18p.

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

SOUZA, C. F. ; SILVEIRA, A. L. L. ; COLLISCHONN, W. . Análise de vazões diárias por métodos de séries temporais. In: I Simpósio de Recursos Hídricos do Sul-Sudeste, 2006, Curitiba. Recursos Hídricos e e gestão territorial: anais. Curitiba : ABRH, 2006.

Zhenmei Ma, Shaozhong Kang, Lu Zhang, Ling Tong and Xiaoling Su. Analysis of impacts of climate variability and human activity on streamflow for a river basin in arid region of northwest China *Journal of Hydrology, Volume 352, Issues 3-4, 15 May 2008, Pages 239-249.*