

A VARIAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO ESTÁ CAUSANDO REDUÇÃO NA VAZÃO NATURAL NO RIO SÃO FRANCISCO EM MORPARÁ?

Gadadhara de Figueiredo Ferraz¹ & José Roberto Gonçalves de Azevedo²

Resumo – O uso da série de vazões naturais em um rio é de fundamental importância para o seu gerenciamento, principalmente se no mesmo existirem barragens com grandes reservatórios. Através do estudo de vazões nos postos fluviométricos do rio São Francisco a montante da usina de Sobradinho, foi verificada uma tendência significativa de queda das médias das vazões naturais anuais reconstituídas para o posto de Morpará antes e depois de 1985. Em paralelo, as vazões incrementais anuais entre os postos São Francisco e Morpará também foram determinadas. As análises mostraram uma forte tendência estatística de queda. Sendo assim, o que justificaria esta queda nas vazões estudadas? O intuito deste trabalho é verificar as possíveis causas desta queda, dando ênfase à variação dos totais anuais precipitados em postos localizados nas diversas sub-bacias a montante de Morpará. As análises pluviométricas apontam que em três sub-bacias está ocorrendo um decréscimo de chuva anual estatisticamente significativo, o que poderia em parte justificar a queda nas vazões naturais do rio São Francisco em Morpará. Nas outras há estabilidade das séries e em apenas uma há um ligeiro, mas estatisticamente insignificante acréscimo de chuva.

Palavras-Chave – Precipitação e vazões naturais; vazão incremental; posto de Morpará.

DOES THE VARIATION OF PRECIPITATION IS CAUSING REDUCED IN THE SÃO FRANCISCO RIVER NATURAL FLOW AT MORPARÁ STATION?

Abstract – The use of natural flows series in a river is of fundamental importance to their management, especially if this river has dams with large reservoirs. Through the study of flows in fluviometric stations of the São Francisco River upstream of the Sobradinho's plant, there was a significant decrease of mean annual natural flow reconstructed to station of Morpará before and after 1985. In parallel, the annual incremental flows between San Francisco and Morpará stations were also determined. The analysis showed a strong statistical tendency to fall. So what would justify this fall in flows studied? The purpose of this study is to assess the possible causes of this decline, emphasizing the variation of total annual precipitates in positions located in different sub-basins upstream of Morpará. The analyzes indicate that pluviometric in three sub-basins are experiencing a decrease of annual rain statistically significant, which could partly explain the drop in the natural flow of the São Francisco river in Morpará. In the other series there is stability and in only one there is a slight but statistically insignificant increase of rain.

Keywords – Precipitation and natural flows; incremental flow; Morpará station.

1. INTRODUÇÃO

As análises de variação das vazões naturais nos postos do rio São Francisco a montante de Sobradinho mostraram uma tendência de queda significativa. Para analisar as vazões naturais, as vazões incrementais anuais entre o posto fluviométrico São Francisco e o posto Morpará foram também calculadas e analisadas.

¹ Estudante de Graduação em Engenharia Civil da UFPE, gadadhara.ferraz@hotmail.com

² Professor da UFPE, jrjga@ufpe.br

Em paralelo, foi também analisada a variação dos totais anuais precipitados nas sub-bacias da bacia hidrográfica do rio São Francisco a montante de Morpará, com a intenção de verificar se a chuva seria a responsável pela queda das vazões naturais.

Outras possíveis causas para esta redução de vazão seriam a retirada de água do rio entre os dois postos estudados, o acréscimo no número de barramentos (açudes) nas bacias afluentes ao São Francisco, entre outros.

1. METODOLOGIA

1.1. Reconstituição das Vazões Naturais do Posto de Morpará

Para esta reconstituição foi utilizada a metodologia proposta pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS, 2010). Para tal, foram utilizadas as seguintes séries de dados, todas fornecidas pela CHESF: Vazões naturais mensais das usinas de Três Marias (UTM) e Queimados (UQM), ambas a montante de Morpará; Os tempos de viagem da água entre a UTM e a usina de Sobradinho (USB) e entre o posto de Morpará e a USB; As vazões de uso consuntivo e as incrementais entre as usinas de Três Marias e Sobradinho; As vazões médias diárias turbinadas e vertidas da UTM; As vazões observadas no posto de Morpará.

A série de vazões naturais mensais foi reconstituída para o posto de Morpará utilizando as séries de vazões naturais mensais das usinas de Três Marias (UTM) e Queimados (UQM) propagadas até Morpará e as séries de vazões incrementais e a de uso consuntivo da usina de Sobradinho (USB).

Fazendo o gráfico das vazões naturais anuais de Morpará (Figura 1), pode-se observar que não há uma tendência graficamente significativa de variação dessas vazões.

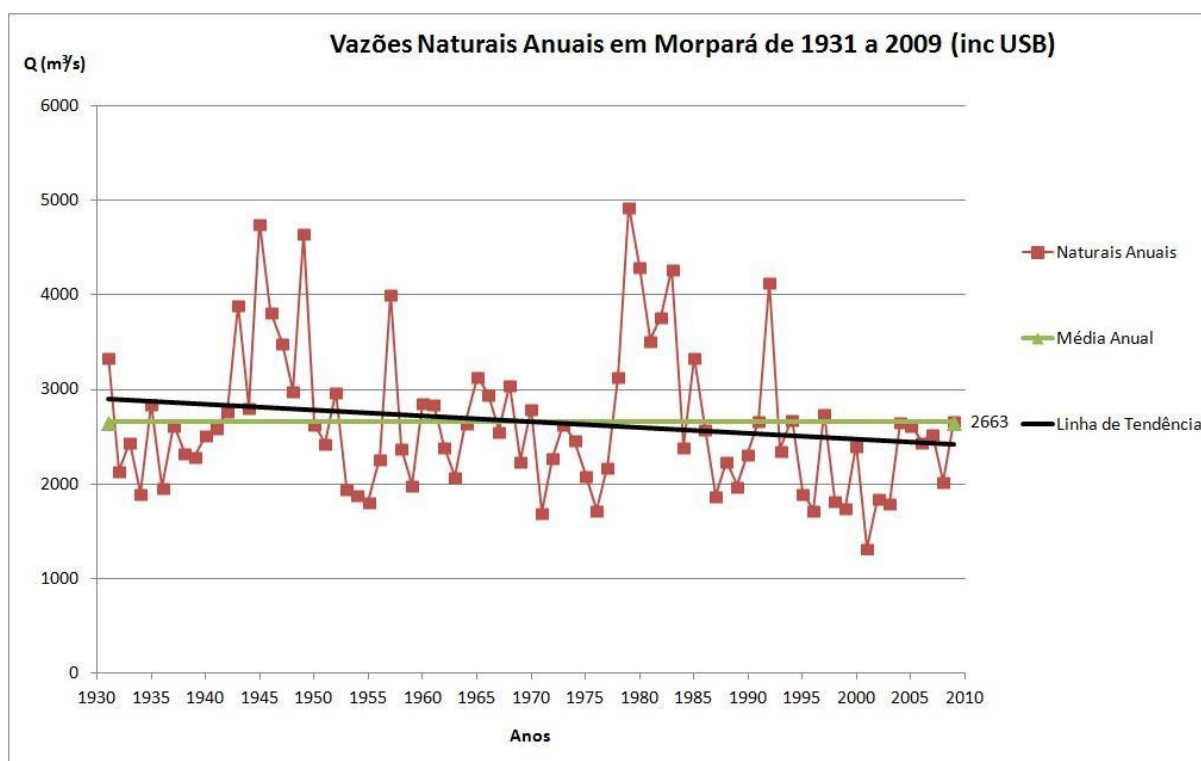


Figura 1 – Vazões Naturais Anuais em Morpará (1931 a 2009).

Dividindo a série em duas partes, uma entre 1931 a 1985 (Figura 2) e outra do período final (Figura 3), observa-se que há uma diferença entre as médias de vazões de cada parte. Na primeira

serie de vazões há uma media de 2820 m³/s enquanto na segunda serie, este valor cai para 2303 m³/s, ou seja, uma diferença de mais de 500 m³/s. Porém, ao analisar separadamente, verifica-se que não há uma tendência significativa de decréscimo em cada serie.

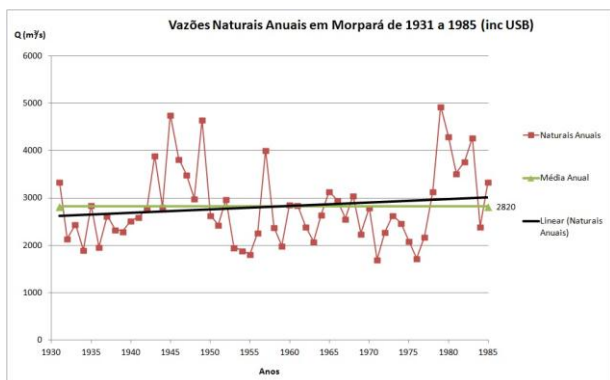


Figura 2 – Vazões Naturais Anuais em Morpará (1931 a 1985).

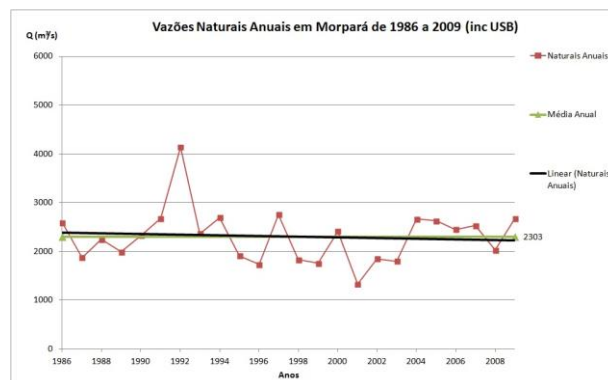


Figura 3 – Vazões Naturais Anuais em Morpará (1986 a 2009).

Três testes foram utilizados para verificação da significância de variação de vazões anuais. Os testes estatísticos foram os de Mann-Kendall, Spearman's rho e da Regressão Linear, através do programa computacional TREND V1. 0.2 (eWater CRC, 2012). As análises realizadas apontaram que há uma tendência de decréscimo dessas vazões, com nível de significância de 10%, para dois dos três testes utilizados para esta verificação.

Três outros testes (Cumulative Deviation, Worsley Likelihood e Cusum) do mesmo Software foram então aplicados para verificar se havia, a partir de algum período, uma mudança significativa dos valores médios anuais das vazões naturais em Morpará. Dois dos três testes apontaram que houve uma queda, também com nível de significância de 10%, nas vazões naturais anuais. Um dos testes mostrou que esta queda teria ocorrido a partir de 1994, coincidentemente o início da operação da usina de Xingó.

Conclui-se, portanto, que as vazões naturais anuais podem ser separadas em dois períodos distintos: um inicial (1931 a 1985) onde as médias são maiores e outro final (1986 a 2009) onde as médias são significativamente menores.

1.2. Análise das Vazões Incrementais Anuais Observadas entre os Postos São Francisco e Morpará

Foram utilizados os históricos de vazões médias anuais entre os postos São Francisco e Morpará, com a finalidade de verificar se os mesmos indicam alguma tendência de variação de vazão incremental entre estes dois postos.

A Figura 4 mostra uma forte tendência de queda de vazão nesta região.

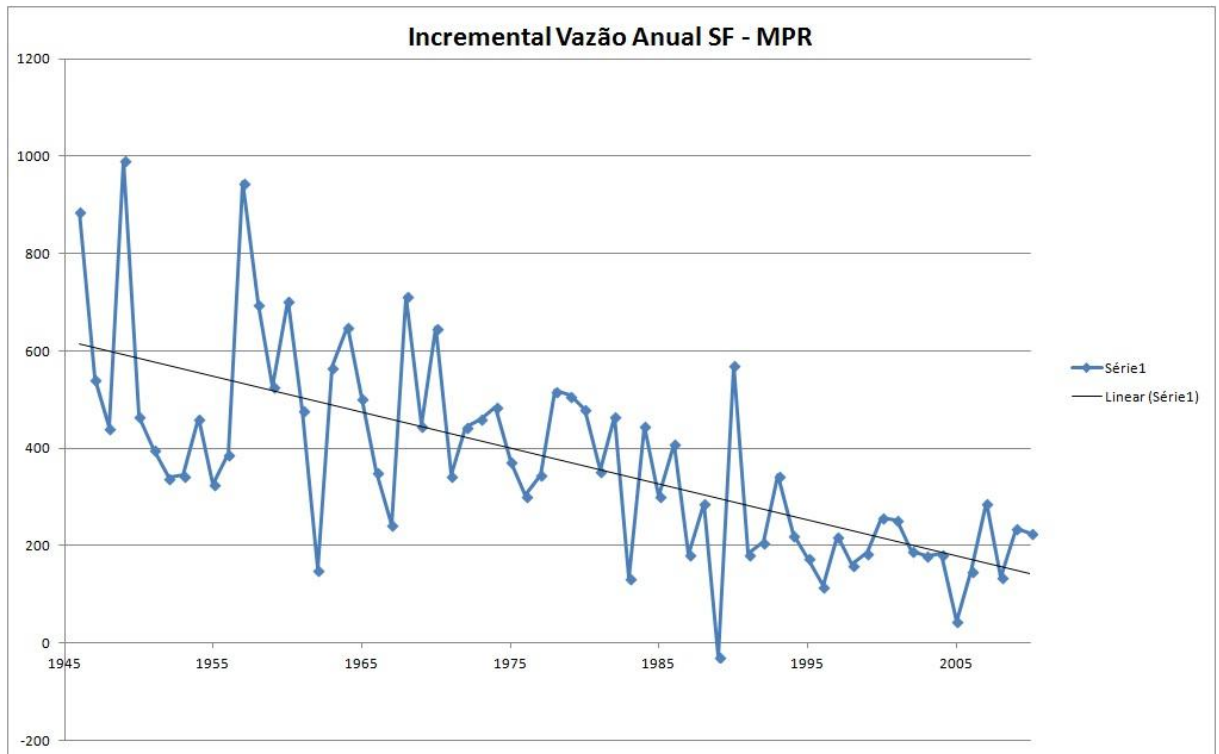


Figura 4 – Série de Vazões Incrementais entre os postos fluviométricos São Francisco e Morpará.

Dividindo em duas séries (Figuras 5 e 6), verifica-se uma diferença significativa entre a média das vazões de cada série.

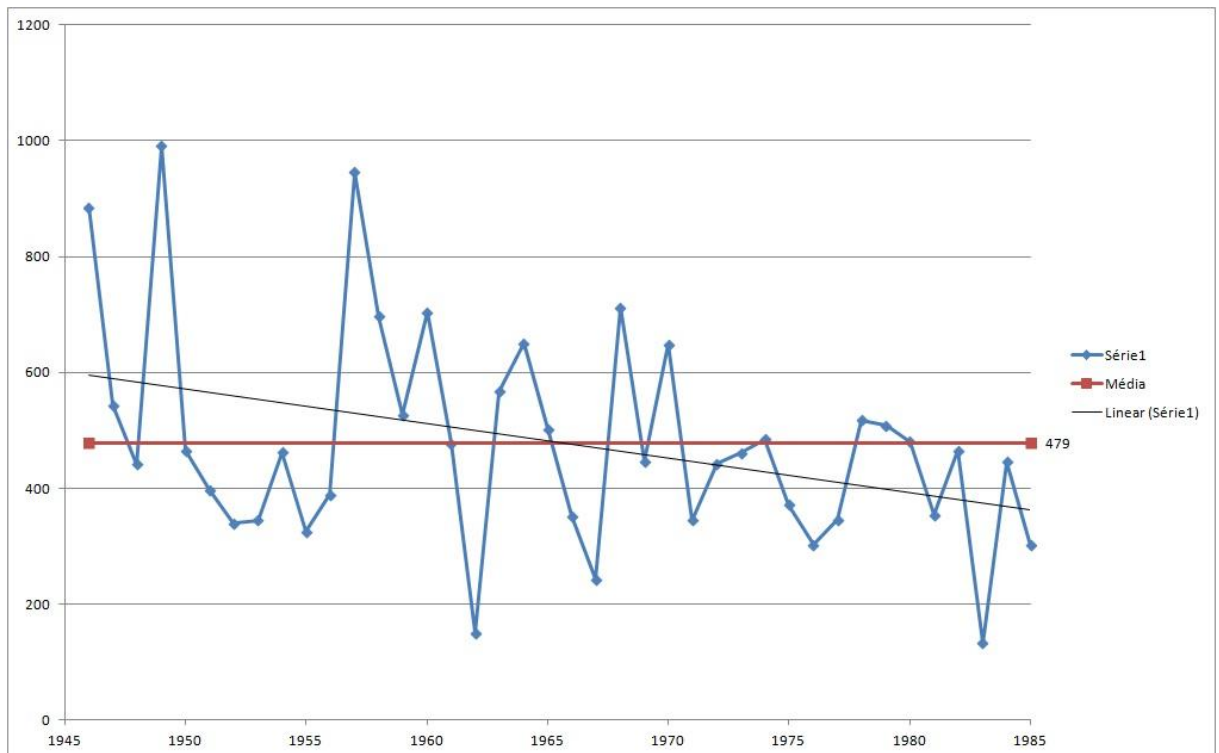


Figura 5 – Série de Vazões Incrementais entre os postos fluviométricos São Francisco e Morpará entre 1946 e 1985.

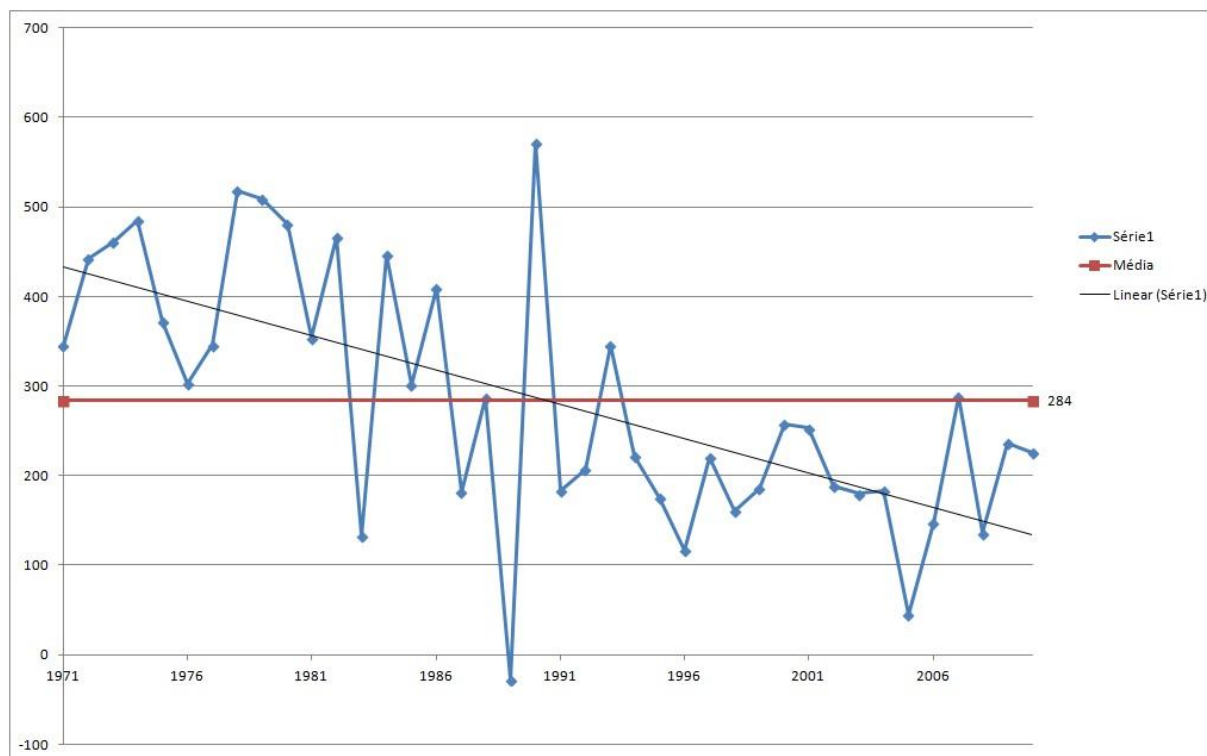


Figura 6 – Série de Vazões Incrementais entre os postos fluviométricos São Francisco e Morpará entre 1986 e 2010.

Os valores médios das incrementais apresentam 479 m³/s para o primeiro período (1946 a 1985) e 284 m³/s para o segundo (1986 a 2010). Como estas incrementais influenciam na reconstituição das vazões naturais do posto de Morpará, só elas já representam quase 200 m³/s de diferença entre os dois períodos para essas vazões incrementais.

Os mesmos testes estatísticos foram então utilizados para verificar a significância das variações das incrementais médias anuais. Todos os seis testes apontam que há estatisticamente um decréscimo dessas vazões incrementais e que houve uma queda brusca na série, todos com um nível de significância de apenas 1%. Dois destes últimos testes apontam o ano de 1982 como a da ocorrência da queda.

1.3. Análise das Precipitações Totais Anuais no Alto e Médio Alto São Francisco

Foram então analisadas as séries históricas dos totais anuais precipitados de postos pluviométricos operados pela ANA, CPRM e INMET nas sub-bacias do rio São Francisco a montante do posto fluviométrico de Morpará. Para a análise foram selecionados os postos com o maior número de dados pluviométricos disponíveis. Todos os dados utilizados foram extraídos do Hidroweb da ANA e eram dados brutos, sem nenhum trabalho de consistência.

As séries selecionadas diárias em cada sub-bacia foram então agrupadas em uma única série mensal e depois anual de pluviosidade representativa, através das simples médias aritméticas dos valores correspondentes nos postos.

Para as Sub-Bacias 40 (correspondente aos rios São Francisco, Paraopeba e outros, foram utilizados 18 postos pluviométricos), 45 (correspondente aos rios São Francisco, Carinhonha e outros, foram utilizados 19 postos), 46 (correspondente aos rios São Francisco, Grande e outros, foram utilizados 20 postos) e 47 (correspondente aos rios São Francisco, Jacaré e outros, foram

utilizados 17 postos) todas com series diárias de 1941 a 2011, não foi constatada nenhuma tendência de alteração dos regimes pluviométricos. As demais sub-bacias apresentaram variações visualmente significativas.

Para a Sub-Bacia 41, correspondente aos rios São Francisco, Velhas e outros, foram utilizados 15 postos pluviométricos, também com dados diários de 1941 a 2011 cujo gráfico é representado na Figura 7.

Percebe-se que visualmente há um decréscimo de chuva nesta região. Para verificar a significância deste decréscimo, os mesmos três testes estatísticos foram utilizados. Todos os testes apontaram para um decréscimo estatisticamente significativo com níveis de significância de 10% para dois testes e 5% para o terceiro.

Para a Sub-Bacia 42, correspondente aos rios São Francisco, Paracatú e outros, foram utilizados 18 postos pluviométricos, com series diárias de 1942 a 2011 cujo gráfico é representado na Figura 8.

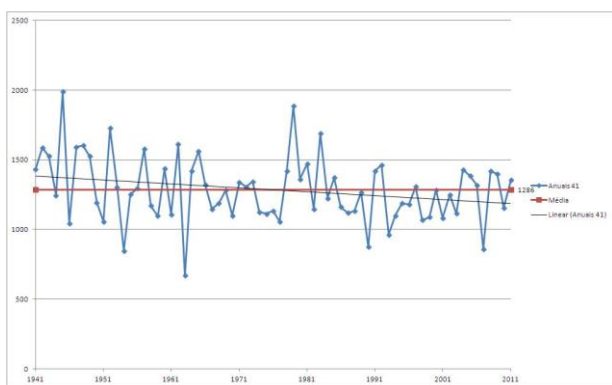


Figura 7 – Pluviometria média anual da Sub-bacia 41.

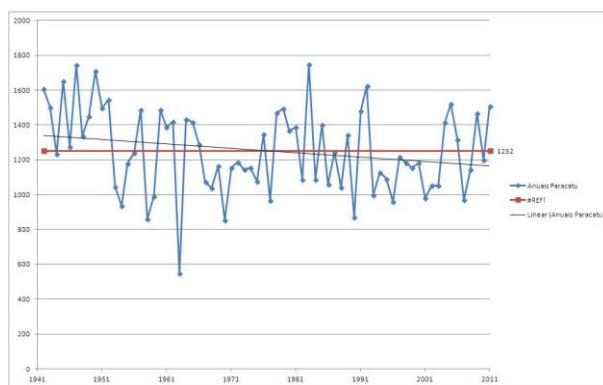


Figura 8 – Pluviometria média anual da Sub-bacia 42.

Percebe-se novamente que há visualmente uma tendência de decréscimo ao longo desta série. Todos os testes apontaram para um decréscimo estatisticamente significativo com níveis de significância de 10%.

Para Sub-Bacia 43, correspondente aos rios São Francisco, Urucuia e outros, foram utilizados 15 postos pluviométricos, com series diárias de 1946 a 2011 cujo gráfico é representado na Figura 9.

Ao contrário da demais, para esta sub-bacia observou-se uma tendência visual de acréscimo das vazões ao longo da série. Todos os testes apontam que **não** há uma tendência de acréscimo estatisticamente significativo com níveis de significância de 10%.

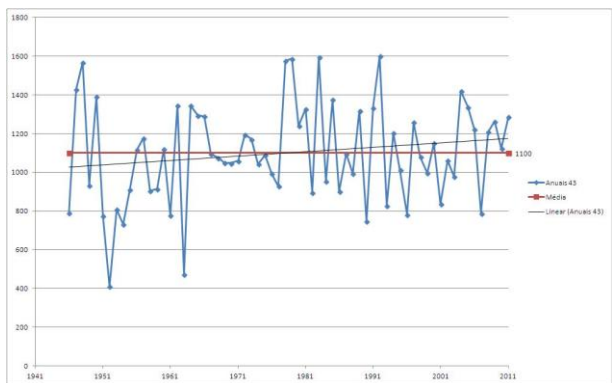


Figura 9 – Pluviometria média anual da Sub-bacia 43.

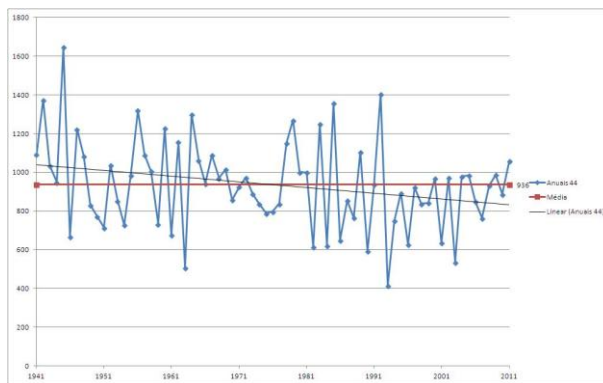


Figura 10 – Pluviometria média anual da Sub-bacia 44.

Finalmente, para Sub-Bacia 44, correspondente aos rios São Francisco, Verde Grande e outros, foram utilizados 24 postos pluviométricos, com séries diárias de 1941 a 2011 cujo gráfico esta representado na Figura 10.

Uma forte tendência de decréscimo é visualmente observada para esta série. A análise estatística mostrou que estatisticamente esta queda é significativa com nível de significância de 5% para os três testes.

2. CONCLUSÕES

A análise visual e estatística das séries de vazões naturais reconstituídas para o posto fluviométrico de Morpará, mostrou que há dois períodos distintos dessas vazões ao longo dos anos. O período até 1985 aponta uma média com valor pouco acima de 500 m³/s da média do restante da série.

As vazões incrementais entre os postos fluviométricos São Francisco e Morpará além de apresentarem decréscimo estatisticamente significativo seguem a mesma tendência de queda dos valores médios das duas partes das séries estudadas.

As análises pluviométricas nas sub-bacias situadas a montante de Morpará apontam que em três delas está ocorrendo um decréscimo de chuva anual estatisticamente significativo, o que poderia em parte justificar a queda nas vazões naturais do rio São Francisco em Morpará. Nas outras há estabilidade das séries e em apenas uma há uma ligeira, mas estatisticamente insignificante acréscimo de chuva.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EWATER CRC, Download do software e do manual do usuário da página da internet: www.toolkit.net.au/trend, acessado em 2012.

ONS, Atualização de Séries Históricas de Vazões, Período de 1931 a 2009, 2010.