

# PREVISÃO BASEADA NO ESTUDO DAS MÉDIAS ANUAIS DO NÍVEL DO RIO PARAGUAI EM CORUMBÁ DE 1900 a 1995

Daniel Jean Roger Nordemann  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
CP 515, 12201-970 São José dos Campos, SP

## **Introdução**

Uma análise matemática adequada pode, dentro de certas hipóteses e de certos limites, ser usada para uma previsão do futuro próximo. Esta abordagem foi feita usando a metodologia descrita num outro trabalho apresentado nesta reunião (Nordemann, 1995) e aplicada às médias anuais (ano hidrológico, outubro a setembro) do nível do rio Paraguai obtidas a partir das médias mensais baseadas nas leituras diárias feitas em Ladário perto de Corumbá, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. Apesar de o regime do rio não apresentar condições de estacionaridade (DNOS/UNESCO-PNUD, 1974; Nordemann, 1995), tentará-se uma seleção das periodicidades que representam contribuições representativas e maiores nas variações do nível do rio no passado.

## **Metodologia e resultados**

Para a previsão do comportamento do rio Paraguai, foi escolhido o método da regressão iterativa entre os métodos aplicados anteriormente à série dos níveis de 1900 a 1995 (Nordemann, 1995). A maior parte das análises harmônicas clássicas são praticadas sobre a série temporal estudada, procurando uma por uma as funções senoidais que se “adaptam” mais aos mesmos dados pelo critério dos mínimos quadrados. Este procedimento justifica-se pela ortogonalidade de funções senoidais de períodos diferentes e, em geral, é realizado por uma varredura dos valores das frequências ou dos períodos permitidos.

Uma investigação preliminar através do periodograma permitiu obter as amplitudes das principais funções senoidais presentes no sinal. Em seguida, optou-se por aplicar à regressão iterativa na ordem decrescente destas amplitudes. Além disto, para caracterizar melhor o grau de significância de cada periodicidade e permitir assim separar as periodicidades mais representativas das menos importantes, a regressão iterativa (Wolberg, 1967; Nordemann, 1995) foi aplicada a cada vez sobre a série inicial menos a série artificial reconstituída a partir das periodicidades até então

determinadas. A reconstituição ano hidrológico por ano hidrológico foi feita a partir das seguintes periodicidades obtidas pelo método descrito acima:

período 28.4 anos ( $77.0 \sin[0.221 t + 1.91]$ )

período 7.8 anos ( $33.6 \sin[0.807 t + 3.79]$ )

período 14.6 anos ( $44.5 \sin[0.432 t + 6.27]$ )

período 8.9 anos ( $33.7 \sin[0.709 t + 3.99]$ )

período 4.8 anos ( $23.1 \sin[1.32 t + 4.44]$ )

período 2.8 anos ( $22.7 \sin[2.25 t + 4.78]$ )

período 2.3 anos ( $18.9 \sin[2.75 t + 4.54]$ )

período 3.2 anos ( $13.6 \sin[1.95 t + 5.68]$ )

Os resultados são apresentados na Figura 1. Observa-se que neste modelo algumas enchentes (antes de 1920) ou estiagens (1963 até 1974) de grande amplitude não são descritas com fidelidade, o que caracteriza sua excepcionalidade em relação a hipótese da estacionaridade. Entretanto, o modelo prevê uma estiagem de grande amplitude para o futuro próximo até o ano 2000 aproximadamente seguida por uma alternância de períodos de enchente e de nível próximo do nível médio.

### **Conclusões**

- O modelo prevê uma estiagem de grande amplitude para o futuro próximo até o ano 2000 seguida por uma alternância de períodos de enchente e de nível próximo do nível médio. Apesar das incertezas inerentes ao método empregado, o resultado, obtido a partir das periodicidades mais importantes, fornece uma informação confiável sobre as tendências do comportamento do Rio Paraguai no futuro à escala de alguns anos.

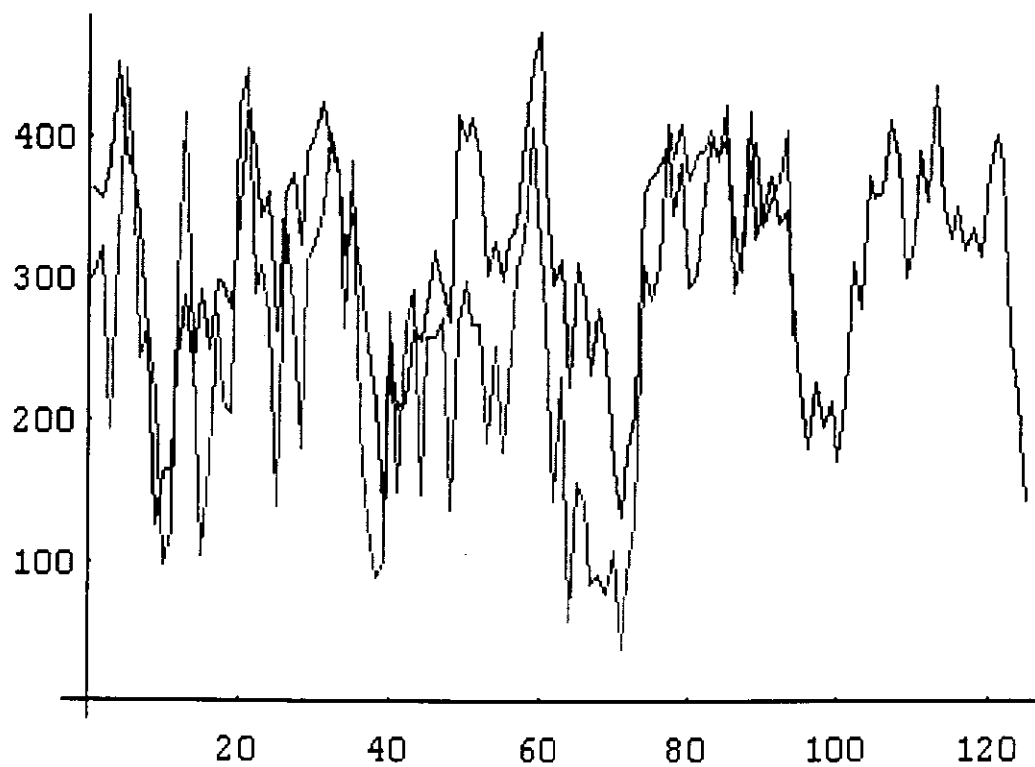
### **Referências**

- DNOS/UNESCO-PNUD, Estudos Hidrológicos da Bacia do Alto Paraguai. Relatório Técnico. Vol. I. Ministério do Interior. Departamento de Obras de Saneamento - DNOS e UNESCO. Programa das Nações Unidas Para o Desenvolvimento - PNUD, 1974.

- Nordemann D. Introdução ao *Mathematica* for Windows. Transtec Editorial. São José dos Campos, SP. 1994.

- Nordemann, D. Periodicidades e Tendências nas Médias Mensais do Nível do Rio Corumbá de 1900 a 1995. Encontro sobre Sensoriamento Remoto Aplicado a Estudos no Pantanal, Corumbá, MS, 9-12 de outubro de 1995.
- Wolberg J.R. Prediction Analysis. Van Nostrand Company, Princeton, 1967.
- Wolfram S. *Mathematica*, A System for Doing Mathematics by Computer. Addison-Wesley Pub. Co., 1991.

Altura média anual  
(cm)



Ano (após 1900)

Figura 1. Altura anual média do Rio Paraguai em Corumbá de 1900 a 1994 (curva clara) e previsão pelas periodicidades principais até 2030 (curva escura). Observa-se que neste modelo algumas enchentes (antes de 1920) ou estiagens (1963 até 1974) de grande amplitude não são descritas com fidelidade, o que caracteriza sua excepcionalidade em relação a hipótese da estacionaridade. Entretanto, o modelo prevê uma estiagem de grande amplitude para o futuro próximo até o ano 2000 aproximadamente seguida por uma alternância de períodos de enchente e de níveis próximos do nível médio.