

# Modelação de séries temporais longas de variáveis hidrológicas. O caso do rio Danúbio.

**Daniela Silva**

*Centro de Matemática, Universidade do Minho, danyelasyilva2@gmail.com*

Raquel Menezes

*Centro de Matemática, Universidade do Minho, rmenezes@math.uminho.pt*

**Palavras-chave:** Séries temporais hidrológicas, Modelação SARIMA, Modelação ARMAX, Análise da Tendência, Rio Danúbio

**Resumo:** Este estudo desenrolou-se no âmbito de uma bolsa FCT de Iniciação à Investigação (BIC) do Programa Estratégico UID/MAT/00013/2013, tendo como principal objetivo a modelação e identificação de tendências em séries temporais longas, focando-se no caso de variáveis hidrológicas observadas no rio Danúbio. Os dados analisados dizem respeito a valores de descargas de água, recolhidos diariamente e anualmente, entre o ano de 1931 e o ano de 1990, em três locais distintos: Achleiten, Bratislava e Viena. Os dados recolhidos diariamente são relativos a médias diárias, por sua vez os dados recolhidos anualmente são relativos a máximos anuais da descarga de água.

Para além de serem analisadas séries temporais diárias e anuais, foram tidas em conta séries temporais resultantes de agregação mensal e trimestral. Os principais métodos de análise adotados incluíram a análise das funções empíricas de auto-correlação total e parcial, funções de correlação cruzada, tendo-se posteriormente recorrido à modelação SARIMA e ARMAX, e a métodos de análise de tendência.

A análise preliminar dos dados permitiu concluir que a descarga de água, nos três locais em estudo, é superior em junho e inferior em novembro, e que esta apresenta maiores valores a jusante do rio. Através da modelação SARIMA, foi possível avaliar o comportamento das séries temporais relativas às médias mensais, tendo-se previamente identificado uma tendência não estacionária dependente do mês em causa.

Tendo em conta que o comportamento expectável para a descarga de água deverá depender de fenómenos meteorológicos, tornou-se importante incorporar na sua modelação variáveis como a precipitação, a humidade e a temperatura. Desta forma, foram estudados modelos ARMAX em que se consideram as medidas meteorológicas como variáveis exógenas. Conclui-se que, quanto maior a temperatura, a humidade e a precipitação, maior será o valor expectável para a descarga de água. Este resultados demonstraram ser bastante úteis para se realizarem previsões da descarga de água para anos não observados.

A análise das funções de correlação cruzada foi adotada como ferramenta auxiliar para melhor se compreender a forma como cada uma destas medidas influencia a descarga de água do rio Danúbio. Por exemplo, a descarga num determinado mês depende fortemente da precipitação verificada no mês anterior e ainda mais da precipitação ocorrida no próprio mês. A análise da tendência, realizada através do teste de Mann Kendall, permitiu concluir que no primeiro trimestre do ano tem havido um aumento significativo da temperatura e, por sua vez, da descarga de água.

Em suma, a análise de séries temporais incorpora vários métodos que interligados permitem a ilação de conclusões fundamentadas para a tomada de decisão, em contextos de estudos hidrológicos e, tendo em conta a dimensão das séries, também estudos do impacto das alterações climáticas.

## **Bibliografia**

- [1] Pekárová, P., Halmodá, D., Mitková, V., Mikánek, P., Pekár, J. and Koda, P. Historic flood marks and flood frequency analysis of the Danube River at Bratislava, Slovakia. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 61 (4), 2013.
- [2] Pinheiro, A., Graciano, R. and Severo, D. Tendência das séries temporais de precipitação da região sul do Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 28 (3), 281–290, 2013.
- [3] Szolgayova, E., Parajka, J., Blöschl, G. and Bucher, C. Long term variability of the Danube River flow and its relation to precipitation and air temperature. *Journal of Hydrology*, 519, part A, 871–880, 2014.