

COMPORTAMENTO DA EVAPORAÇÃO DE ÁGUA DO TANQUE “CLASSE A” EM UBERLÂNDIA – MG: ANÁLISE DA SÉRIE TEMPORAL

EDNALDO C. GUIMARÃES¹, REGES E. F. TEODORO², MARINA DE A. RUFINO³, BENJAMIM
DE MELO⁴, MARCELO TAVARES⁵

¹Eng^o Agrícola, Prof. Adjunto, FAMAT, UFU, Uberlândia – MG, Fone: (0xx34)3239.4156, ecg@ufu.br; ² Eng^o Agrícola, Prof. Titular, ICIAG, UFU, Uberlândia – MG; ³Aluna do Curso de Agronomia, UFU, Uberlândia - MG; ⁴ Eng^o Agrônomo, Prof. Adjunto, ICIAG, UFU, Uberlândia – MG; ⁵ Eng^o Agrônomo, Prof. Adjunto, FAMAT, UFU, Uberlândia – MG.

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 – João Pessoa - PB

RESUMO: As técnicas de séries temporais permitem estudar e modelar o comportamento de variáveis no tempo. Este trabalho visou utilizar algumas técnicas de séries temporais para descrever o comportamento da evaporação da água do tanque “Classe A”, na Fazenda Experimental do Glória, no município de Uberlândia – MG. Utilizou-se os dados referentes ao período de janeiro de 2000 a dezembro de 2005. A variável analisada foi a evaporação média diária (mm/dia) para cada mês. Os procedimentos estatísticos foram: análise gráfica do comportamento temporal; decomposição da série e ajuste de modelo de previsão aditivo e multiplicativo de Holt-Winters e utilização do ano de 2005 para verificar a qualidade dos modelos ajustados, por meio da eficiência relativa. Verificou-se que a série apresentou a componentes de tendência e também a componente sazonal; o erro de estimativa foi menor quando se utilizou o modelo multiplicativo e este fato está relacionado a não uniformidade da dispersão da evaporação ao longo da série. Conclui-se que modelos de previsão para a evaporação da água do tanque “Classe A” devem considerar tanto a componente de tendência como a componente sazonal.

PALAVRAS-CHAVE: sazonalidade, tendência, modelo de previsão.

TIMES SERIES ANALYSIS OF WATER EVAPORATION IN UBERLÂNDIA – MG -BRAZIL

ABSTRACT: This work presented a water evaporation analysis using the time serie models. The analyzed period was January to December of the year 2005. The used statistical procedures were: exploratory analysis and forecast using the addictive and multiplicative Holt-Winters models with 2005 data for verification of forecast. The time series showed trend and seasonal components and the Holt-Winters multiplicative seasonal showed a good performance in smoothing. As a conclusion, the water evaporation series time model should consider the trend and seasonality.

KEYWORDS: seasonality, trend, forecasting

INTRODUÇÃO: Uberlândia situa-se no Triângulo Mineiro e é a maior cidade em termos econômico e populacional (aproximadamente 550 mil habitantes) da região, sendo considerada também uma das principais cidades do Estado de Minas Gerais. A agricultura de Uberlândia e da região apresenta-se altamente tecnificada exigindo a busca de novas tecnologias e, dentre estas, encontra-se os modelos de previsão para os atributos que influenciam direta ou indiretamente a produção agrícola.

Modelos estatísticos que visam estudar o comportamento de variáveis climáticas têm sido desenvolvidos, usando técnicas como regressão, séries temporais e geoestatística (FERRAZ, 1999; SILVA et al, 2003).

MORETTIN e TOLOI (2004) definem uma série temporal como um conjunto de observações de uma determinada variável aleatória geradas sequencialmente ao longo do tempo. Se o tempo evolui de forma contínua, diz-se que a série temporal é contínua. Por sua vez, se o tempo se desenvolve de forma discreta, a série temporal é classificada como discreta. Segundo EHLERS (2005) o objetivo do estudo de séries pode ser de se fazer previsões de valores futuros ou apenas descrever o comportamento geral dos dados.

O objetivo deste trabalho foi analisar os dados de evaporação da água do tanque “Classe A” em Uberlândia – MG, no período correspondente a janeiro de 2000 a dezembro de 2005, utilizando técnicas descritivas e ajuste de modelo de séries temporais.

MATERIAL E MÉTODOS: A cidade de Uberlândia encontra-se na latitude de 18° 91' 86" S, longitude de 48° 27' 72" W. Segundo a classificação internacional de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, isto é, tropical quente úmido com inverno frio e seco. O total médio de chuva no mês mais seco fica em torno de 60 mm e no mês mais chuvoso fica em torno de 250 mm e o total anual médio fica entre 1500 a 1600 mm.

Utilizou-se neste trabalho uma série de observações de evaporação da água do tanque “Classe A” de uma área experimental localizada na Fazenda Experimental do Glória, pertencente a Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia –MG. O período avaliado foi de janeiro de 2000 a dezembro de 2005 e a variável foi a evaporação média diária (mm/dia) para cada mês, totalizando uma série com 72 observações.

Foi feita a análise descritiva da série utilizando o gráfico de comportamento da evaporação ao longo do tempo. Em seguida, realizou-se a decomposição da série original nas componentes de tendência, sazonal e aleatória.

Os modelos de ajustes e de previsões utilizados neste trabalho foram baseados no Alisamento Exponencial de Holt-Winters (MORETTIN e TOLOI, 2004). Foram utilizados os modelos aditivo e multiplicativo. Considerou-se o período de janeiro de 2000 a dezembro de 2004 para ajustar os modelos e as observações do período de janeiro de 2005 a dezembro de 2005 foram utilizadas para a verificação das previsões. A eficiência de ajuste dos modelos foi feita com base na relação entre as somas de quadrados dos resíduos dos modelos aditivo e multiplicativo. Fez-se ainda as estimativas de evaporação para o ano de 2007, com os respectivos intervalos de confiança, utilizando a série até dezembro de 2005 e baseado no modelo selecionado pelo critério da eficiência. As análises foram feitas no programa R (R, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O comportamento geral e a decomposição da série da evaporação da água do tanque “Classe A” ao longo do período avaliado pode ser visualizado na Figura 1. Nota-se a presença das componentes: tendência e sazonalidade. Esta figura revela ainda que os anos de 2000 e 2001 apresentaram evaporação média, no geral, inferiores aos demais anos da série. Pode-se inferir também que variação sazonal não é constante e, portanto, um modelo multiplicativo poderá produzir melhores previsões que o modelo aditivo. FERRAZ (1999) ao avaliar uma série de precipitação mensal para a região de Lavras – MG, verificou que o modelo aditivo era mais conveniente, pois as variações sazonais eram aproximadamente constantes.

A análise dos valores das componentes sazonais mensais mostra que no mês de outubro é esperada evaporação 15,3% superior à média anual, enquanto que, para o mês de maio, a evaporação ficou abaixo da média anual em 21,6%, ou seja, a componente sazonal para o mês de outubro foi de 1,153 e a componente sazonal para o mês de maio foi de 0,784.

Os modelos ajustados e as previsões com os respectivos intervalos de confiança das estimativas são apresentados na Figura 2a e na Figura 2b, respectivamente, para o modelo aditivo e para o modelo multiplicativo de alisamento sazonal de Holt-Winters, supondo-se os valores de janeiro de 2005 a dezembro de 2005 como não observados e, portanto, sendo estimados pelos modelos.

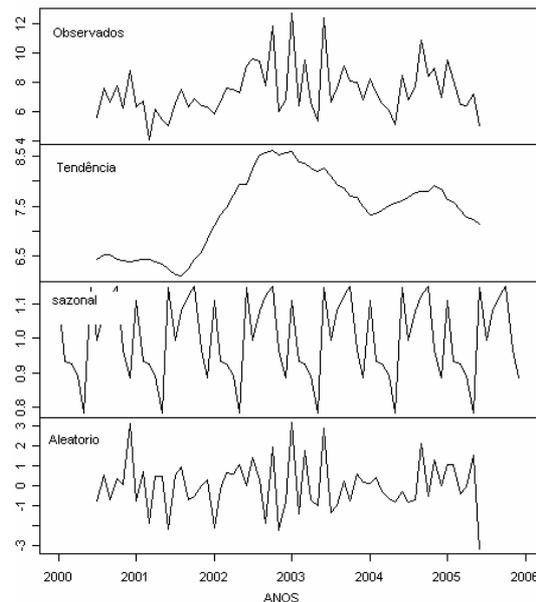


Figura 1. Comportamento e decomposição da série de evaporação média mensal (mm/dia) avaliada no tanque classeA, em Uberlândia – MG, no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2006.

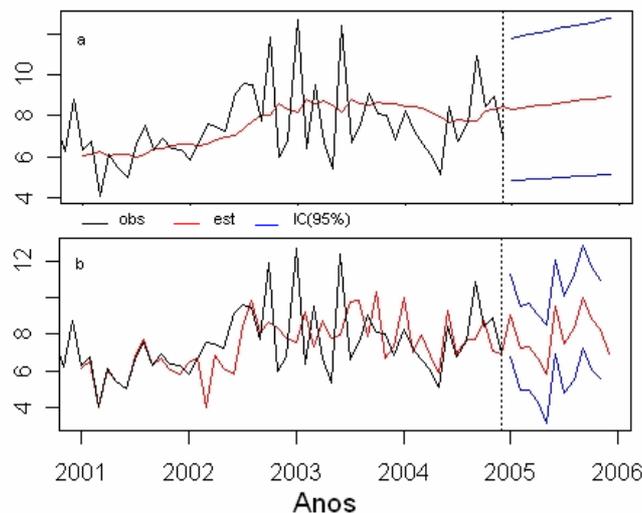


Figura 2. Modelos de alisamento exponencial de Holt-Winters ajustados aos dados de evaporação média mensal (mm/dia) avaliada no tanque classeA, em Uberlândia – MG, no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2004 e previsões para 2005, com base nos modelos: a) aditivo b) multiplicativo

Nota-se que o modelo multiplicativo apresentou performance preditiva superior ao modelo aditivo. O modelo aditivo, devido a variação das observações 2002 e de 2003, não foi capaz de detectar a sazonalidade das observações. Uma série temporal mais poderá diluir o efeito dessas observações, caso este fato tenha sido efeito do acaso.

O cálculo das soma de quadrados dos resíduos dos valores previstos por meio dos modelos com os valores observados no ano de 2005 resultou em $50,17 \text{ (mm/dia)}^2$ e $39,96 \text{ (mm/dia)}^2$ e resultou em uma eficiência relativa 125,55%, ou seja, o modelo aditivo tem poder predição 25,5% menor que o modelo multiplicativo. Este fato também pode ser visualizado por meio do intervalo de confiança de 95% para as estimativas, que apresentou maior amplitude ao se utilizar o modelo aditivo.

Na Figura 3 encontram-se os valores observados e ajustados com o modelo multiplicativo de Holt-Winters até dezembro de 2005 e as previsões, com os respectivos intervalos de confiança para o ano de 2006. Pode-se observar que a medida que são incorporadas novas observações à série temporal, o ajuste dos modelos revelam com maior fidelidade as flutuações ocorridas.

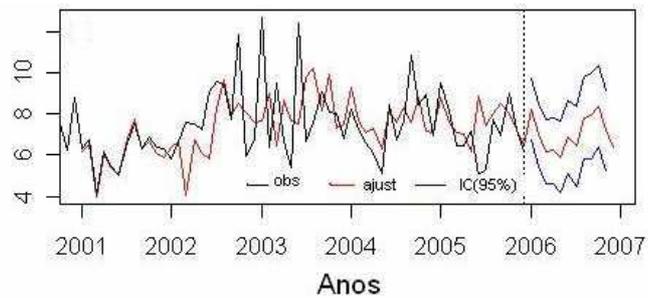


Figura 3. Modelo multiplicativo de Holt-Winters ajustados aos dados de evaporação média mensal (mm/dia) avaliada no tanque classe A, em Uberlândia – MG, no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2005 e previsões para 2006.

CONCLUSÕES: O modelo multiplicativo de séries temporais de Holt-Winters se ajustou às observações de evaporação do tanque classe A e pode ser utilizado para a realização de estimativas. A seleção de modelo de previsão deve ser feita com critério. A qualidade do ajuste do modelo depende da quantidade de informações da série.

REFERÊNCIAS:

EHLERS, R. *Análise de séries temporais*. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: www.est.ufpr.br/~ehlers, 53 p, 2005.

FERRAZ, M. I. F. *Uso de modelos de séries temporais na previsão da série de precipitações pluviométricas mensais no município de Lavras - MG*. Lavras: UFLA, 1999, 97 p. (Dissertação de mestrado).

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. *Análise de séries temporais*. São Paulo: Edgard Blücher. 535 p., 2004.

R *The R Foundation for Statistical Computing* Version 2.1.1. Software livre. Disponível em: www.r-project.org, 2005.

SILVA, J. W. da; GUIMARÃES, E. C.; TAVARES, M. Variabilidade temporal da precipitação mensal e anual na estação climatológica de Uberaba-MG. *Ciência e Agrotecnologia*. Lavras, v. 27, n. 3, p. 665-674, 2003.