

# ADOÇÃO DE RE-ANÁLISE NA DETERMINAÇÃO DAS NECESSIDADES HÍDRICAS DA CULTURA DO FEIJÃO NA REGIÃO DA ZONA DA MATA DE MINAS GERAIS

DARIK O. SOUZA<sup>1</sup>, MARIA E. B. ALVES<sup>2</sup>, MARCELO CID AMORIM<sup>2</sup>, ROZIANE S. DOS SANTOS<sup>2</sup>, JOSÉ L. C. DA SILVA JÚNIOR<sup>2</sup>, LUIZ C. COSTA<sup>3</sup>, FLÁVIO B. JUSTINO<sup>3</sup>, EVERARDO C. MANTOVANI<sup>3</sup>,

(1) Engenheiro Agrônomo, estudante de Pós-graduação em Meteorologia Agrícola, Depto. Engenharia Agrícola (DEA), Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa – MG, Fone: (0xx31) 3899.3465, e-mail: darik@pop.com.br. (2) Pós-graduando em Meteorologia Agrícola, DEA/ UFV. (3) Professor DEA/ UFV.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE

**RESUMO:** Um dos entraves para a utilização de ferramentas que auxiliem no gerenciamento agrícola tem sido a pouca disponibilidade de dados meteorológicos diários. São poucas as localidades que dispõem de estações para a aquisição destes dados, o que faz da utilização de dados de reanálise uma possível solução para este entrave. Assim, este trabalho visou comparar valores de ETc para a cultura do feijoeiro, obtidos a partir de dados de reanálise e de dados observados, visando avaliar a viabilidade do uso dos dados de re-análise quando não se tem disponíveis dados observados. Os resultados encontrados mostram que a utilização dos dados de re-análise foram considerados viáveis estatisticamente para as safras de 1999/2000, 2000/2001 e 2001/2002.

**PALAVRAS CHAVE:** Dados meteorológicos, re-análise, necessidades hídricas.

## USE OF RE-ANALYSIS IN THE DETERMINATION OF WATER REQUIREMENTS OF THE BEAN CROP IN THE REGION OF ZONA DA MATA OF MINAS GERAIS STATE

**ABSTRACT:** One of the impediments for the use of tools that assist in the agricultural management has been the little availability of daily meteorological data. The localities are few that make use of stations for the acquisition of these data, it makes of the use of data of re-analysis a possible solution for this impediment. Thus, this work aimed at to compare values of ETc for the bean crop, gotten from re-analyses data and from observed data, aiming at to evaluate the viability of the use of the reanalyses data when it does not have available observed data. The found results show that the use of re-analysis data had been considered viable statistically for harvests of the 1999/2000, 2000/2001 e 2001/2002.

**KEY WORDS:** Meteorological data, re-analysis, water requirements.

**INTRODUÇÃO:** O gerenciamento da irrigação considera aspectos técnicos, sociais e ambientais que busquem, em conjunto, maximizar a produtividade, a eficiência do uso da água e a redução dos custos de produção, mantendo a disponibilidade de água no solo em níveis satisfatórios para suprimento das necessidades hídricas da planta. As necessidades

hídricas das culturas podem ser determinadas basicamente por três vias: planta, solo e clima, sendo o método do balanço hídrico uma das principais formas utilizadas. Em função do número de variáveis envolvidas na determinação das necessidades hídricas das culturas e da repetibilidade do processo de gerenciamento ( $\approx 365$  dias/ano), tem sido comum a utilização de ferramentas que facilitem e tornem prático o procedimento de manejo. Os programas computacionais vêm sendo amplamente utilizados para esse fim (MANTOVANI, 2003). Dentro deste conceito, um dos entraves para a utilização de tais ferramentas tem sido a disponibilidade de dados meteorológicos diários. A maioria das propriedades agrícolas não dispõe de estações para a aquisição destes dados, além da baixa representatividade espacial da rede de observação de superfície no Brasil e da pouca representatividade de algumas séries meteorológicas para o planejamento agrícola e ambiental. Isto faz da utilização de dados de re-análise uma possível solução para este entrave. A re-análise é um produto da combinação entre campos meteorológicos observacionais (registros convencionais, satélites, radiosonda, etc) e um modelo de circulação atmosférico (UPALLA et al., 2005). Assim, este trabalho teve por objetivo comparar os valores de precipitação e ETc obtidos a partir de dados de re-análise e de dados observados a fim de avaliar a viabilidade do uso de dados de re-análise quando não há disponibilidade de dados observados.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Os dados de re-análise utilizados neste trabalho foram produzidos pelo Centre for Medium-Range WeatherForecasts, ECMWF/Re-Analysis: ERA-40, (<http://www.ecmwf.int/research/era/>). Estes registros são disponibilizados para cada três horas – havendo a necessidade de produzir médias diárias. A resolução espacial dos dados meteorológicos de re-análise é da ordem de  $2,5^\circ \times 2,5^\circ$ . A partir desta grade foram estruturados séries e registros diários de velocidade do vento a 10 metros, temperaturas (média e de orvalho) e irradiância solar na superfície dentro de uma célula de grade com coordenadas geográficas central mais próxima de Viçosa. De acordo com (GEVAERD e FREITAS, no prelo), esta área pode gerar localmente resultados não realistas em função da ocorrência de vários fenômenos meteorológicos, como anomalias, e diferentes características geográficas. Os dados climáticos observados foram obtidos na estação agroclimática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), código 83642, implantada no Município Viçosa, MG ( $20^\circ 45' S$ ;  $42^\circ 51' W$ . Grw, 690 m). Foram utilizados registros climáticos de velocidade do vento (10 m), temperaturas do ar (máxima, média e mínima), umidade relativa e insolação (brilho solar), coletados diariamente. Assim, foi determinada a evapotranspiração da cultura (ETc) a partir de dados observados na estação meteorológica de Viçosa-MG e a partir de dados de reanálise, utilizando o software IRRIPLUS<sup>®</sup>. O software IRRIPLUS<sup>®</sup> é uma ferramenta de gerenciamento de irrigação desenvolvida no âmbito do Grupo de Estudos e Soluções para a Agricultura Irrigada – GESAI/DEA/UFV. Tal ferramenta determina a demanda hídrica da cultura em função da evapotranspiração de referência (ETo) a partir de dados climáticos (MANTOVANI et al., 2006) sendo mais recomendada a equação de Penman-Monteith (ALLEN et al, 2006), utilizada neste trabalho (eq. 1). A ETc foi determinada para as safras 1997/1998, 1998/1999, 1999/2000, 2000/2001 e 2001/2002, para a cultura do feijoeiro.

$$ETo = \frac{\delta}{\delta + \gamma^*} (R_n - G) \frac{1}{\lambda} + \frac{\gamma}{\delta + \gamma^*} \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a) \quad (\text{eq. 1})$$

Assim, comparou-se os valores obtidos a partir dos dados de re-análise com aqueles obtidos a partir de dados observados, utilizando os testes não-paramétricos de Kendall e Wilcoxon com um nível de confiança de 5%, aplicados na precipitação e evapotranspiração da cultura em

cada safra. Os testes não-paramétricos foram escolhidos, devido a tamanho das amostras e a não normalidade dos dados. O teste de Kendall é um teste de independência, pois ele mede o grau de dependência entre duas variáveis X e Y. Considerando que n pares observações  $(X_1, Y_2), \dots, (X_n, Y_n)$  são mutuamente independentes e cada par vem de uma mesma população bivariada contínua. O coeficiente de correlação de Kendall é definido por :

$$\tau = 2P\left\{\left(X_i - X_j\right)\left(Y_i - Y_j\right) > 0\right\} - 1 \quad \begin{cases} i=1, 2, \dots, n-1 \\ j=i+1, \dots, n \end{cases}$$

Sob a hipótese de que X e Y são variáveis aleatórias independentes,  $H_0: \tau = 0$ . Se  $(X_i - X_j)(Y_i - Y_j) > 0$ , dizemos que o par é concordante, sendo assim define-se a estatística K= número de pares concordantes. Para um teste bilateral de  $H_0$  versus  $\tau \neq 0$ , a um nível  $\alpha$  de significância, rejeita  $H_0$  se o nível de significância encontrado for menor do que o nível de significância estipulado (5%). O teste de Wilcoxon de pares combinados é uma alternativa ao teste t para amostras dependentes. Considerando n pares observações  $(X_i, Y_j)$ , o teste se baseia nas ordens das diferenças positivas  $D_i = Y_i - X_i$ . Os  $D_i$  são independentes e vem de uma mesma população contínua e simétrica em torno de uma mediana comum  $\theta$ . A hipótese a ser testada é  $H_0: \theta = 0$ . Considerando os valores absolutos de  $D_i$ , seja  $0_i$  a ordem de  $|D_i|$  quando classificados em ordem crescente e uma variável indicadora dada por:

$$A_i = \begin{cases} 1 & \text{se } Y_i > X_i & (D_i > 0) \\ 0 & \text{se } Y_i < X_i & (D_i < 0) \end{cases}$$

A estatística T, representando a soma das ordens das diferenças positivas é definida por:

$$T = \sum_{i=1}^n 0_i A_i$$

Novamente, rejeita  $H_0$  se o nível de significância encontrado for menor do que o nível de significância estipulado (5%), CAMPOS (1979), HOLLANDER & WOLFE (1973). Os dados foram analisados utilizando o software Statistica 6.0.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Observa-se pelo teste de Kendall que a precipitação observada e a precipitação da re-análise não são independentes, o mesmo acontece com a evapotranspiração da cultura observada e evapotranspiração da cultura da re-análise. Isto é indicado pelos valores nulos de *Sig. Encontrada* apresentados na Tabela 1, menores que 0,05. Com esses resultados, para comparar os dados observados com os dados da re-análise, optou-se pelo teste de Wilcoxon para dados pareados. A Tabela 2 apresenta a estatística T e o nível de significância do teste de Wilcoxon. Apenas para as precipitações das safras de 1997/1998 e 1998/1999 não pode ser considerado viável o uso dos dados de re-análise, uma vez que os valores de *Sig. Encontrada* apresentados na Tabela 2 para estas safras são de 0,045 e 0,001, respectivamente, ou seja, menores que 0,05. Este fato pode ter ocorrido devido a alguma possível anomalia nos dados dos referidos anos. Para as demais safras os dados de re-análise podem ser estatisticamente considerados como equivalentes aos observados. Estes resultados evidenciam a viabilidade do uso da re-análise, apontando este recurso como uma solução para os casos em que não se dispõe de dados observados.

Tabela 1 - Resultados do teste de Kendall para os parâmetros precipitação e evapotranspiração da cultura obtidos utilizando o Software Statistica 6.0

Safrada Cultura do	Kendall Tau Correlations			
	Precipitação		Evapotranspiração da Cultura	
Feijão	$\tau$	Sig. encontrada	T	Sig. Encontrada
97-98	0,409	0,000	0,468	0,000

98-99	0,381	0,000	0,441	0,000
99-00	0,423	0,000	0,560	0,000
00-01	0,519	0,000	0,369	0,000
01-02	0,467	0,000	0,506	0,000

Tabela 2 - Resultados do teste de Wilcoxon para os parâmetros precipitação e evapotranspiração da cultura obtidos utilizando o Software Statistica 6.0

Wilcoxon Matched Pairs Test				
Safr da Cultura do Feijão	Precipitação		Evapotranspiração da Cultura	
	T	Sig. encontrada	T	Sig. Encontrada
97-98	323	0,045	734	0,942
98-99	464	0,001	977	0,530
99-00	868	0,445	839	0,061
00-01	384	0,399	776	0,538
01-02	567	0,829	904	0,935

**CONCLUSÕES:** O uso de re-análise para estimar a evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ), utilizando o software IRRPLUS<sup>®</sup>, para a cultura do feijão, na região de Viçosa-MG, apresentou resultados que podem ser considerados viáveis estatisticamente para as safras de 1999/2000, 2000/2001 e 2001/2002. Ressalta-se que tais resultados devem ser avaliados com critério, carecendo de estudos mais aprofundados em função da alta resolução dos registros de re-análise que não possibilitam a caracterização de fatores locais. Ainda assim, com base nos resultados encontrados, pode-se considerar a adoção da re-análise do ECMWF vantajosa em áreas e regiões com pouca ou nenhuma possibilidade registros meteorológicos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Evaporación del cultivo – Guías para determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. FAO 56. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura e la Alimentación, Roma, 2006. 299 p.
- CAMPOS, H. de. Estatística experimental não paramétrica. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 1979. 3 ed. 343p.
- GEVAERD, R.; FREITAS, S.. Estimativa operacional da umidade do solo para iniciação de modelos de previsão numérica da atmosfera. Revista Brasileira de Meteorologia – 30 p. volume Especial do LBA. Em impressão
- HOLLANDER, M.; WOLFE, D.A. Nonparametric Statistical Methods. New York: J. Wiley, 1973. 503p.
- MANTOVANI, E.C; VICENTE, M.R.; ALVES, M.E.B.; BOMFIM NETO, H. Irrigação como fator de qualidade do café. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). Boas práticas agrícolas na produção de café. Viçosa – MG, 2006. 233p.
- MANTOVANI, E.C. Irrigação de fruteiras tropicais: Utilização do sistema “IRRIGA”. V encontro sobre manejo integrado de doenças e pragas: Produção integrada de fruteiras tropicais. Viçosa – MG. 587p, 2003.
- UPPALA, S.M., KÅLLBERG, P.W., SIMMONS, A.J. et al. The ERA-40 re-analysis. Quart. Journal of the Royal Meteorological Society, 131, 2961-3012. doi:10.1256/qj.04.176. 2005.