

# SIMULAÇÃO DO CONSUMO DIÁRIO DE ÁGUA DO CAFEIEIRO BASEADO EM AMOSTRAGENS EVENTUAIS DA UMIDADE DO SOLO EM PINDORAMA, SP<sup>1</sup>.

Angela IAFFE<sup>2</sup>; Flávio Bussmeyer ARRUDA<sup>3</sup>; Emílio SAKAI<sup>3</sup>.

**RESUMO:** Estimou-se o consumo hídrico diário do café, baseado no método do balanço hídrico sob condições de campo, em Pindorama, São Paulo. A partir de amostragens do perfil de umidade do solo, em número de 5 a 16 por ano, em estudo de longa duração, foi determinado o coeficiente de cultura (kc) do cafeeiro em função da deficiência hídrica (D, mm) abaixo da capacidade de campo ( $kc = -0,00003D^2 - 0,004D + 0,84$ ) e com a premissa de que nos dias de chuva e/ou irrigação e no dia subsequente o kc seria 1, foi possível interpolar os valores diários do consumo de água do solo (D). A simulação permitiu a visualização da marcha diária da deficiência hídrica no solo e avaliar possíveis erros de amostragens de umidade do solo. Excelente concordância nos resultados foi obtido no ano de teste (1972). No geral, o coeficiente de determinação entre valores simulados e observados ( $n=56$ ) foi  $r^2=0,79$ .

**PALAVRAS-CHAVE:** coeficiente de cultura, evapotranspiração, balanço hídrico de campo, simulação, café

**ABSTRACT:** Daily coffee water consumption was estimated in Pindorama, São Paulo, Brazil. Based on a monitoring work of soil moisture profile, when 5 to 16 sampling days per year were taken during five years, a crop coefficient, kc, was estimated as a function of soil water deficit, D (in mm) for 0-100 cm soil profile:  $kc = -0,00003D^2 - 0,004D + 0,84$ . The simulation of soil water consumption was accomplished using the adjusted kc equation (for kc basal) and with the assumption that  $kc=1$  on the day and next day of an rainfall or irrigation application. The simulated data allowed a very good interpolation of D data throughout of the years. An excellent agreement between measured and simulated data was obtained in 1972 (a test year). The overall agreement between estimated and measured data was  $r^2=0.70$  for  $n=56$ .

**KEYWORDS:** evapotranspiration, water balance, simulation, crop coefficient, coffee

## INTRODUÇÃO

Estimativas de consumo de água na cultura cafeeira nas diversas situações de disponibilidade hídrica ou estiagem constituem um importante instrumento no planejamento e manejo de irrigação. Nas condições edafoclimáticas onde a cafeicultura tecnificada encontra sua expansão, o conhecimento da dinâmica no comportamento do coeficiente de cultura em função da umidade do solo, taxas de evapotranspiração potencial e percentual de cobertura do solo podem ser investigadas com auxílio de simulações com modelos empíricos que utilizam dados climáticos, segundo Allen (1999). Lewin *et al.* (1973) estimaram a variação da umidade do solo com base no regime pluviométrico precedente nas culturas de trigo e citros, em Israel, em condições do semi-árido. Paz *et al.* (1996) utilizaram modelo para manejo de irrigação suplementar em pastagens em zona úmida na Espanha. Em ambos, apesar de situações diversas, os modelos possibilitaram informações úteis apenas utilizando entrada de dados meteorológicos. O objetivo do estudo foi simular o consumo de água de cafeeiros Mundo Novo com o intuito de avaliar a qualidade da estimativa do regime hídrico para uso no controle da irrigação.

## MATERIAL E MÉTODOS

As informações experimentais foram obtidas em um ensaio com cafeeiros na Estação Experimental de Pindorama, do Instituto Agrônomo. O plantio das mudas ocorreu em 31/12/1968 e o monitoramento da umidade do solo foi feito desde maio de 1969 até abril de 1976. As amostragens gravimétricas eram feitas principalmente nos períodos de estiagem, coletadas nas profundidades de 0-25, 25-50, 50-75 e 75-100 cm em cada uma das parcelas dos blocos inicialmente irrigados e não irrigados, junto à projeção da copa do cafeeiro, ao acaso, obtendo-se um valor médio de 12 repetições. O intervalo entre amostragens era variável, desde 5 a 7 dias até semanas. Tais informações possibilitaram o ajuste do coeficiente de cultura (kc) do

<sup>1</sup> Trabalho parcialmente financiado pelo **Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café**.

<sup>2</sup> Eng. Agr., M. S. Bolsista do PNP&D-Café no Centro de Ecofisiologia e Biofísica, IAC. E-mail: [jaffe@cec.iac.br](mailto:jaffe@cec.iac.br).

<sup>3</sup> Pesquisadores Científicos, Instituto Agrônomo de Campinas, Centro de Ecofisiologia e Biofísica, Caixa Postal 28, CEP 13001-970, Campinas, SP. E-mails: [farruda@cec.iac.br](mailto:farruda@cec.iac.br) e [emilio@cec.iac.br](mailto:emilio@cec.iac.br).

cafeeiro em função da deficiência de água do solo (D, mm) abaixo da capacidade de campo, na profundidade 0-100 cm, obtido por Arruda *et al.* (1999):

$$k_c = - 0,00003D^2 - 0,004D + 0,84$$

Para a simulação do consumo hídrico diário utilizou-se, além do  $k_c$ , os valores de precipitação (P), irrigação (I) e evapotranspiração potencial (EP) calculada por Penman modificado (Villa Nova e Ometto, 1981). As simulações foram feitas em planilha Excel, levando-se em consideração as seguintes premissas: nos dias da medição da chuva ou do início das regas e no dia consecutivo, o valor de  $k_c$  foi considerado a unidade (Allen, 1999), desde que a precipitação fosse maior que 5 mm. Chuvas menores que 5 mm eram consideradas apenas no dia do registro. Diariamente era calculado o valor de D e feita a estimativa de  $k_c$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

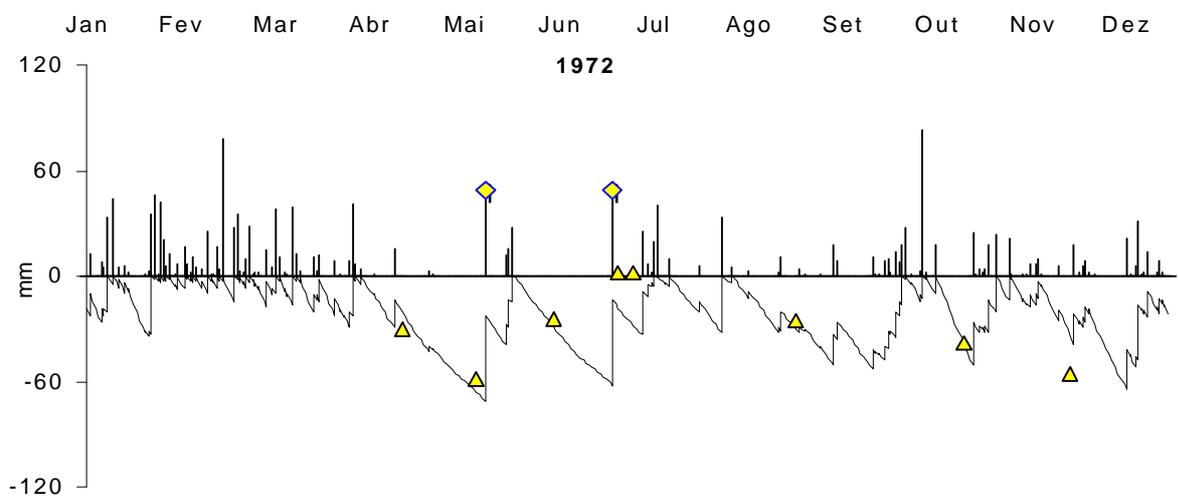
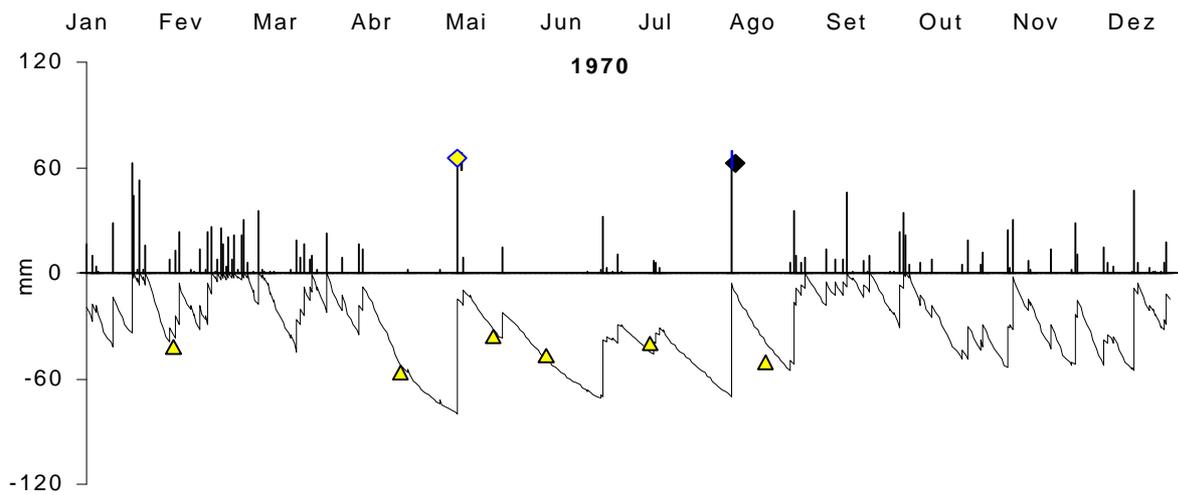
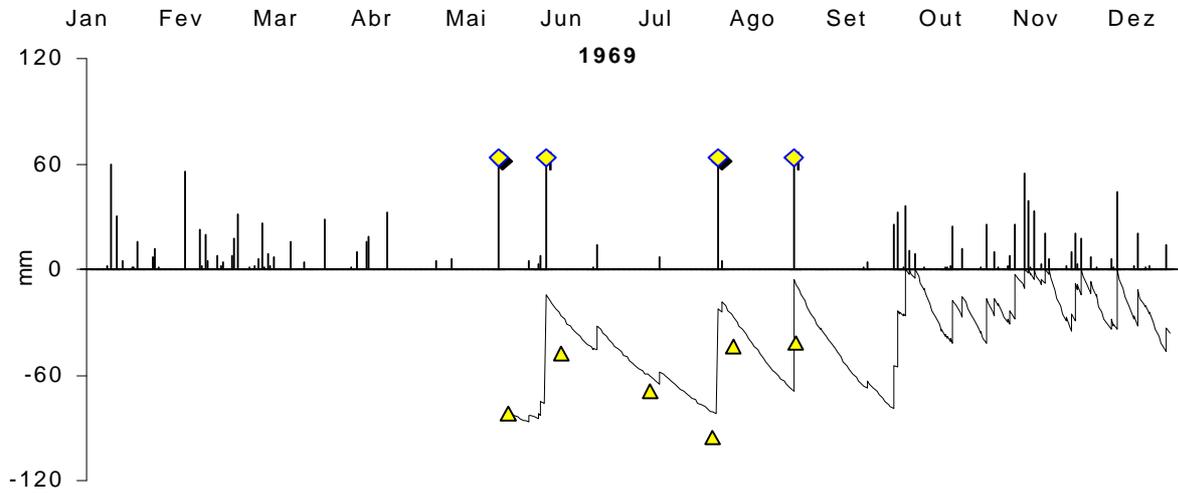
O período de estudo apresentou variação média dos elementos meteorológicos muito próximos das normais da região. As estimativas do consumo de água no solo foram feitas para os anos de 1970 e de 1972 a 1975, conforme apresentado nas Figuras 1a e 1b. No ano de 1971 não havia dados de umidade do solo e nos anos de 1969 e 1976 o monitoramento foi apenas em parte do ano, apesar de terem contribuído com o cálculo da equação de Arruda *et al.* (1999). Ao longo de todos os anos os valores simulados puderam interpolar os resultados obtidos das amostragens de umidade do solo. Com a realização do balanço diário de água no solo, ficou evidente que algumas das amostragens mostraram discrepâncias como em julho de 1972 e agosto de 1973. Em dois anos de seca severa (1974 e 1975) os resultados foram próximos aos reais, porém algumas vezes subestimando e outras superestimando o consumo. Em 1975, houve exaustão da água do solo com um valor próximo a 105 mm e no ano anterior em valor próximo à 95 mm. A equação utilizada de  $k_c$  estimava a exaustão ( $k_c=0$ ) quando a deficiência atingia 113 mm. Se considerada a possibilidade de adaptação da cultura à seca (Meinzer *et al.*, 1992) e o regime variável de chuva, os resultados são considerados aceitáveis. As simulações realizadas tiveram como objetivo o controle da umidade para irrigação. Assim, admitiu-se como simplificação, a não inclusão da drenagem profunda, a ascensão capilar e do escoamento superficial. Contudo, excepcional ajuste foi observado em 1972, considerado como ano teste. As informações de umidade do solo deste ano não foram incluídas no cálculo da equação de  $k_c$ . Numa avaliação global entre todos os resultados simulados e os observados, o coeficiente de determinação obtido foi 0,79 e a regressão entre os dados produziu uma reta muito próxima a linha 1:1.

## CONCLUSÕES

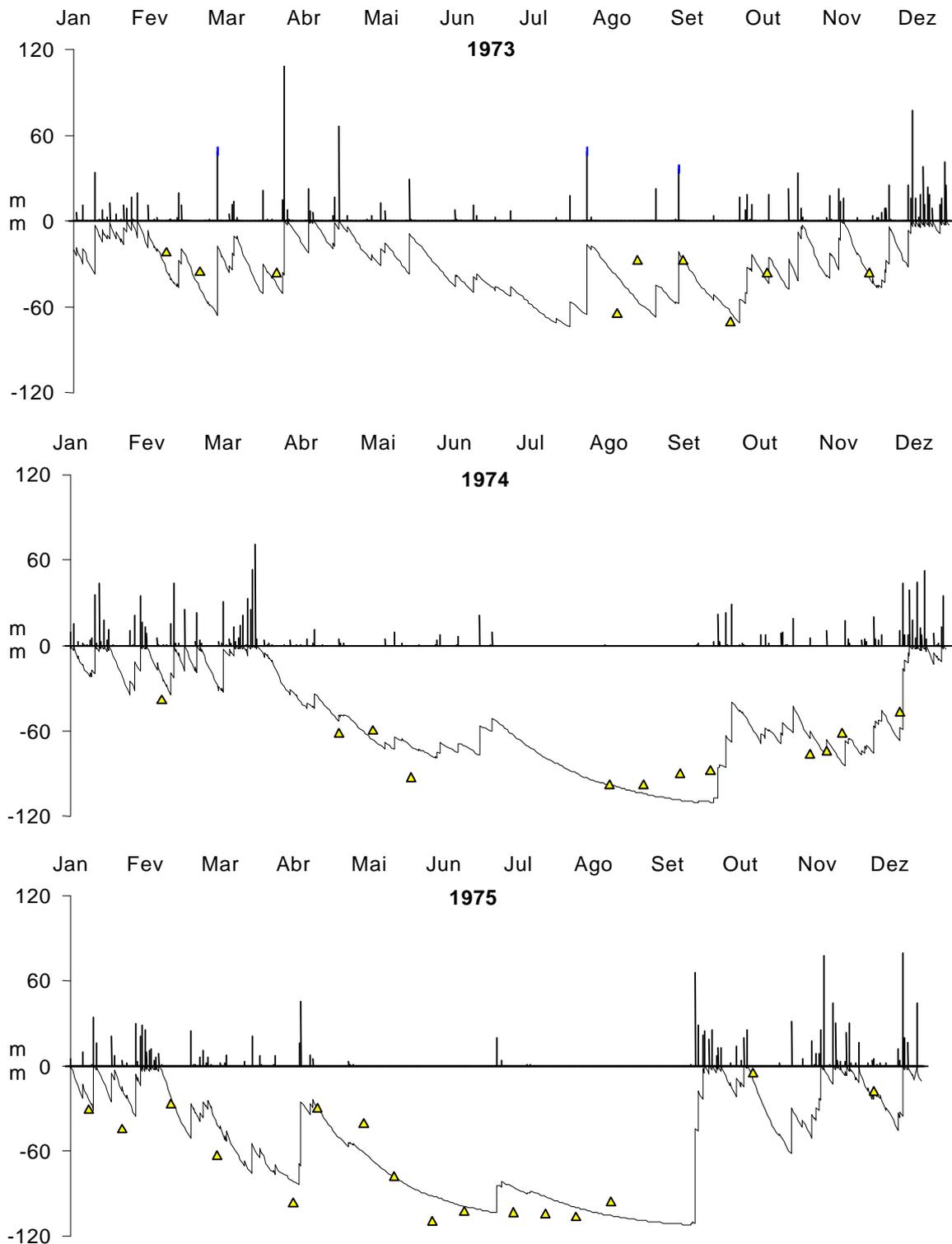
A simulação da deficiência hídrica diária a partir de  $k_c$  apresentou boa concordância com valores observados, mostrando-se confiáveis para uso no controle das irrigações. A representação gráfica do déficit e da precipitação possibilitou a observação do máximo secamento do solo, bem como a identificação de períodos de estresse hídrico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G. Simulating soil moisture changes. In: IRRIGATION-L [‘on line’] Germany: run by STEIN, T.M., revisto em 13/09/1999, citado em 13/09/1999, disponível em <URL: [http://www.wiz.uni-kassel.de/kvv/projekte/irrig/irrigation-l/irrigation-l\\_i.html](http://www.wiz.uni-kassel.de/kvv/projekte/irrig/irrigation-l/irrigation-l_i.html)>
- ARRUDA, F.B.; IAFFE, A.; WEILL, M.A.; SAKAI, E.; CALHEIROS, R.O. Determinação do coeficiente de cultura do cafeeiro a partir do controle de umidade do solo em Pindorama. In: Anais 25º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. Franca, SP. p.294-300, 1999.
- LEWIN, J. Assessment of soil moisture-citrus model. Israel Journal Agricultural Research, v. 23, n.1, p.3-12, 1973.
- MEINZER, F.C.; SALIENDRA, N.Z.; CRISOSTO, C.H. Carbon isotope discrimination and gas-exchange in *Coffea arabica* during adjustment to different soil-moisture regimes. Australian Journal of Plant Physiology. v.19, n.2, p.171-184, 1992.
- PAZ, A.; NEIRA, A.; CASTELAO, A. Soil water regime under pasture in the humid zone of Spain: validation of empirical model and prediction of irrigation requirements. Agricultural Water Management, v.29, p.147-161, 1996.
- VILLA NOVA, N.A.; OMETTO, J.C. Adaptação do método Penman às condições de SP. In: Simpósio Bras. Hidrologia e Rec. Híd., 4. Fortaleza, Anais. ABRH v.3, p.281-299, 1981.



**Figura 1a.** Regime diário da deficiência de água no solo em mm, para a profundidade 0 a 100 cm, simulado (—) e observado ( $\Delta$ ) e lâminas de precipitação (|) e irrigação ( $\diamond$ ), ocorridas no ensaio de café, nos anos de 1969, 1970 e 1972, na E.E. Pindorama, IAC.



**Figura 1b.** Regime diário da deficiência de água no solo em mm, para a profundidade 0 a 100 cm, simulado (—) e observado ( $\Delta$ ) e lâminas de precipitação (|) e irrigação ( $\diamond$ ), ocorridas no ensaio de café, nos anos de 1973, 1974 e 1975, na E.E. Pindorama, IAC.

## **AVISO**

ESTA PUBLICAÇÃO PODE SER ADQUIRIDA NOS  
SEGUINTE ENDEREÇOS:

### **FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES**

Edifício Sede, s/nº. - Campus Universitário da UFV  
Viçosa - MG  
Cep: 36571-000  
Tels: (31) 3891-3204 / 3899-2485  
Fax : (31) 3891-3911

### **EMBRAPA CAFÉ**

Parque Estação Biológica - PqEB - Av. W3 Norte (Final)  
Edifício Sede da Embrapa - sala 321  
Brasília - DF  
Cep: 70770-901  
Tel: (61) 448-4378  
Fax: (61) 448-4425