

- RAO, G. R.; RAO, P. S.; RAJAGOPAL, R.; DEVAKUMAR, A. S.; VIJAYAKUMAR, K. R. & SETHURAJ, M. .1990. Influence of soil, plant and meteorological factors on water relations and yield in *Hevea brasiliensis*. *Int. J. Biometeorol.*, 34: 175-80.
- SO, H. B..1979. An analysis of the relationship between stem diameter and leaf water potentials. *Agron. J.*, 71: 674-9.
- SO, H. B.; REICOSKY, D. C. & TAYLOR, H. M..1979. Utility of stem diameter changes as predictors of plant canopy water potential. *Agron. J.*, 71: 707-13.

13x

**PROGRAMA PARA MICROCOMPUTADOR DO BALANÇO HÍDRICO
(THORNTHWAITE E MATHER - 1955) PARA DADOS
MENSIS E DECENDEIAIS, NORMAIS E SEQUENCIAIS**

VALTER BARBIERI, ROBINSON L. TUON, LUIZ R. ANGELOCCI

Departamento de Física e Meteorologia
ESALQ - USP - Piracicaba, SP - Caixa Postal # 9

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A importância do conteúdo hídrico do solo e suas relações com o crescimento das plantas tem estimulado a pesquisa de muitos métodos para a sua medição ou estimativa.

Considerando que a taxa de perda real da água do solo seja diretamente proporcional ao seu conteúdo hídrico, ou melhor, ao volume de água armazenado, THORNTHWAITE e MATHER apresentaram em 1955 um método de cálculo do balanço hídrico, ao qual MENDONÇA (1958) deu tratamento matemático adequado.

Sendo, ainda hoje, o balanço hídrico segundo THORNTHWAITE e MATHER (1955), de grande importância para a agroclimatologia, propõe-se neste trabalho, para sua elaboração automática, um programa para computador escrito em linguagem BASIC, que pode ser utilizado para as latitudes de 35° N a 35° S, para todas as condições climáticas com temperatura $\leq 34^\circ$ C, e para qualquer capacidade de armazenamento de água do solo na zona das raízes, para intervalos de tempo decendiais ou mensais, conforme escolha. O programa permite também a elaboração do Balanço Hídrico com os dados de precipitação e temperaturas normais (médias) do local estudado, bem como a elaboração do Balanço Hídrico sequencial, isto é, ano após ano.

A saída dos dados (tabela 1) obedece a forma proposta por CAMARGO (1971), permitindo também o armazenamento dos resultados em arquivos computacionais que poderão ser utilizados em aplicativos como LOTUS-123, possibilitando para a obtenção de representações gráficas dos parâmetros precipitação, evapotranspiração potencial e evapotranspiração real.

METODOLOGIA

Correlacionando dados de evapotranspiração potencial, medida em evapotranspirômetros e em bacias hidrográficas, com dados de temperatura média diária e de comprimento do dia, THORNTHWAITE (1948) obteve a seguinte equação para um mês de 30 dias:

$$e = 16 \left(10 \frac{t}{I} \right) \dots \dots \dots (1)$$

onde:

e = evapotranspiração potencial diária não corrigida (mm)

t = temperatura média mensal (° C)
I = índice de calor anual correspondente

à soma de 12 índices mensais "i", dados pelas equações:

$$I = \sum_{i=1}^{12} i \dots\dots\dots (2)$$

e

$$i = (t/5)^{1,014} \dots\dots\dots (3)$$

onde α é uma função cúbica de I da forma,

$$a = 6,75 \times 10^{-7} I^3 - 7,71 \times 10^{-6} I^2 + 0,01792 I + 0,49239 \dots (4)$$

Através destas equações são obtidos então, os valores da evapotranspiração decendial ou mensal em milímetros, a qual é ajustada para comprimento do dia médio do decêndio ou do mês e número de dias, conforme o fator de correção:

$$F = \frac{N}{12} \times D \dots\dots\dots (5)$$

onde:

F = fator de correção

N = comprimento do dia (horas e décimos) média decendial ou mensal

D = número de dias do decêndio ou do mês

sendo:

$$N = \frac{2h}{15} \dots\dots\dots (6)$$

h = ângulo horário para 5°, 15° e 25° dia do mês,

$$\cos h = -(\operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{tg} \phi) \dots\dots\dots (7)$$

onde:

δ = declinação solar no 15° dia do mês (graus e décimos)

ϕ = latitude do local (graus e décimos) N(+) e S(-)

Substituindo (6) em (7) e por sua vez em (4) obtém-se:

$$F = \frac{2D}{180} \operatorname{arcos} - (\operatorname{tg} \delta \times \operatorname{tg} \phi) \dots\dots\dots (8)$$

Sendo "e" a evapotranspiração para 1 dia, a evapotranspiração do decêndio "E" será:

$$E = e \cdot F \text{ (mm/10 dias)} \dots\dots\dots (9)$$

portanto, a evapotranspiração potencial mensal (ET) será:

$$ET = E \cdot 3 \text{ (mm/mes)} \dots\dots\dots (10)$$

Sendo "L" a perda de água potencial em determinado período de tempo (isto é, a diferença entre a evapotranspiração potencial e a precipitação), "U" a capacidade utilizável (mm), e "A" o volume de água armazenado (mm), MENDONÇA (1958) demonstrou que:

$$a = e^{-\lambda} \dots\dots\dots (11)$$

em que α e λ são os valores reduzidos adimensionais de "A" e "L" adotado "U" para unidade, ou seja:

$$\alpha = \frac{A}{U} \dots\dots\dots (12)$$

$$\lambda = \frac{L}{U} \dots\dots\dots (13)$$

Podem ocorrer no entanto que os excessos de precipitação sobre a evapotranspiração sejam inferiores a "U" e neste caso é necessário calcular o armazenamento máximo do fim da época úmida, "X", o que pode ser feito calculando:

$$x = -\log \frac{P}{1 - e^n} \dots\dots\dots (14)$$

em que "x" é o valor reduzido de "X", "p" e "n" as somas dos valores mensais respectivamente positivos e negativos das diferenças entre a precipitação e a evapotranspiração potencial, também reduzidos adotando em todos os casos "U" para a unidade.

O cálculo do armazenamento máximo no fim da época úmida só pode ser efetuado para $P < U$.

Com o uso deste tratamento matemático foi elaborado o programa do Balanço Hídrico, segundo THORNTHWAITE e MATHER (1955).

Tabela 1. Balanço hídrico normal mensal-
Piracicaba-SP, período: 1917 a 1990.

MES	T	EP	P	P-EP	ARM	ALT	ER	DEF	EXC
1	24.31	125	228	102	100	0	125	0	102
2	24.51	111	183	72	100	0	111	0	72
3	24	111	133	22	100	0	111	0	22
4	21.78	80	64	-17	84	-16	79	1	0
5	19.11	57	51	-7	79	-6	56	1	0
6	17.52	44	43	-1	78	-1	44	0	0
7	17.22	44	25	-19	65	-14	39	5	0
8	19.05	58	31	-28	49	-16	47	11	0
9	20.62	72	62	-11	44	-6	67	5	0
10	22.15	94	104	10	54	10	94	0	0
11	23.05	105	127	22	77	22	105	0	0
12	23.77	120	200	79	100	22	120	0	57
ANO	21	1026	1256	230		0	1000	25	255

PRIMEIRAS MEDIDAS DE CONCENTRAÇÃO DE OZÔNIO DE
SUPERFÍCIE EM CAMPO GRANDE - MS

Amaury de Souza (Departamento de Física-UFMS-C. Grande-MS)
Hamilton Germano Pavão (Departamento de Física-UFMS-C. Grande-MS)

Os resultados apresentados são os primeiros dados de ozônio colhidos na região de Campo Grande, e permitem revelar, pela primeira vez, algumas das características das variações temporais por que passa a concentração de ozônio medido próximo a