

CURSO BÁSICO DE IRRIGAÇÃO

Período: 19 de outubro a 27 de novembro de 1987



UTILIZAÇÃO DO TANQUE CLASSE "A"
PARA DETERMINAÇÃO DA ÉPOCA DE IRRIGAÇÃO

Malaquias da Silva Amorin Neto
Arnóbio Anselmo Magalhães

Utilização do tanque classe
1987 FL - 02357



1987
petrolina, PE

UTILIZAÇÃO DO TANQUE CLASSE "A"
PARA DETERMINAÇÃO DA ÉPOCA DE IRRIGAÇÃO

Malaquias da Silva Amorim Neto^{1/}
Arnóbio Anselmo de Magalhães^{2/}

INTRODUÇÃO

Na elaboração de um projeto de irrigação, um dos aspectos de maior importância é a quantificação do volume de água necessário ao desenvolvimento normal dos cultivos. A estimativa do requerimento hídrico das culturas pode ser feita por vários métodos, podendo-se destacar o método do tanque classe "A", que permite de forma simples e confiável, medir a demanda potencial de água para a atmosfera.

A determinação das necessidades hídricas das culturas utilizando-se a metodologia do tanque classe "A", tem sido largamente utilizada, devido principalmente a sua representatividade e aplicabilidade. No tanque atuam de forma integrada todos os fatores meteorológicos responsáveis pela perda de água pelas plantas, ou seja, radiação solar, umidade do ar e vento, havendo, portanto, uma boa relação entre a quantidade de água evaporada e o consumo de água de uma cultura por evapotranspiração.

DESCRIÇÃO

1- Tanque classe "A"

Tanque circular de chapa galvanizada 22, com 1,21 m de diâmetro por 0,25 m de altura. É assentado em um estrado de madeira de 15 cm de altura, devida-

^{1/} Meteorologista, M.Sc. EMBRAPA/CPATSA.

^{2/} Eng^o Agr^o, M.Sc., Irrigação e Drenagem. EMBRAPA/CPATSA.

mente nivelado sobre o terreno.

2- Operação do tanque classe "A"

O tanque deverá ser cheio de água até que o seu nível fique a 5,0 cm da sua borda superior. O nível da água não deve baixar mais que 7,5 cm a partir da borda, isto é, a cada 2,5 cm de evaporação deve ser reabastecido. A variação do nível da água ou lâmina evaporada, é usualmente medida por meio de um micrômetro de gancho colocado sobre um poço tranquilizador instalado no tanque ou, através de uma régua graduada em função da área do referido evaporímetro. A leitura do nível da água no tanque é realizada todos os dias, sempre obedecendo um mesmo horário. A diferença entre duas leituras consecutivas, nos dá o valor da evaporação do período.

3- Estimativa da evapotranspiração potencial

A evapotranspiração potencial (ETP), ou seja, a evapotranspiração ocorrente em uma superfície totalmente coberta por vegetação verde, densa, rasteira, (geralmente grama batatais) em fase de crescimento ativo e com fornecimento contínuo e adequado de água, é usualmente obtida por meio de evapotranspirômetros. Como a instalação e manipulação de tais equipamentos é relativamente complexa, a ETP é geralmente estimada a partir dos dados de evaporação do tanque, multiplicados por um coeficiente de conversão (Kp). O coeficiente de conversão do tanque, pode ser definido como a relação entre a ETP obtida através de evapotranspirômetros e a evaporação do tanque classe "A" (E.C.A.).

$K_p = \text{Evapotranspiração potencial (ETP)} / \text{Evaporação tanque classe "A" (E.C.A.)}$

logo:

$$ETP = K_p \times E.C.A. \quad .(1)$$

Na Tabela 1, elaborada pela FAO, apresentam-se os valores adotados para o coeficiente de conversão do tanque (Kp), cuja variabilidade está em função da umidade relativa média, velocidade do vento e tipo de exposição do tanque. Na tabela, os valores foram definidos para 03 níveis de umidade e de veloci-

TABELA 1. Coeficientes de conversão (Kp) para o tanque classe "A", para diferentes tipos de cobertura do terreno, níveis médios de umidade relativa e ventos durante as 24 horas.

UR% (média)	Tanque circundado por grama			Tanque circundado por solo desnudo				
	Baixa < 40%	Média 40 - 70%	Alta >70%	Baixa < 40%	Média 40 - 70%	Alta >70%		
Vento (km/dia)	Posição do tanque R (m) *			Posição do tanque R (m) *				
Leve < 175	0	0,55	0,65	0,75	0	0,70	0,80	0,85
	10	0,65	0,75	0,85	10	0,80	0,70	0,80
	100	0,70	0,80	0,85	100	0,55	0,65	0,75
	1000	0,75	0,85	0,85	1000	0,50	0,60	0,70
Moderado 175 - 425	0	0,50	0,60	0,65	0	0,65	0,75	0,80
	10	0,60	0,70	0,75	10	0,55	0,65	0,70
	100	0,65	0,75	0,80	100	0,50	0,60	0,65
	1000	0,70	0,80	0,80	1000	0,45	0,55	0,60
Forte 425 - 700	0	0,45	0,50	0,60	0	0,60	0,65	0,70
	10	0,55	0,60	0,65	10	0,50	0,55	0,75
	100	0,60	0,65	0,75	100	0,45	0,50	0,60
	1000	0,65	0,70	0,75	1000	0,40	0,45	0,55
Muito forte > 700	0	0,40	0,45	0,50	0	0,50	0,60	0,65
	10	0,45	0,55	0,60	10	0,45	0,50	0,55
	100	0,50	0,60	0,65	100	0,40	0,45	0,50
	1000	0,55	0,60	0,65	1000	0,35	0,40	0,45

NOTA: Para áreas extensas de solo desnudo e sem desenvolvimento agrícola, reduzir os valores de Kp de 20% em condições de alta temperatura e vento forte e de 5 - 10% sob condições moderadas de vento, temperatura e umidade.

* Distância do centro do tanque ao limite da bordadura.

dade do vento, 02 tipos de exposição (em gramado e solo nú) e para bordaduras de 0 a 1000 metros.

4- Estimativa da evapotranspiração real (ETR)

A perda de água por uma cultura qualquer, com ou sem restrição de umidade no solo em qualquer estágio de desenvolvimento (ETR), pode ser estimada a partir dos dados de ETP, aplicando-se a estes um determinado coeficiente de cultura (K_c), cujo valor é condicionado, principalmente, pelo tipo e estágio de desenvolvimento da cultura, condições climáticas e, especialmente durante a fase inicial de crescimento do cultivo, pela frequência de irrigação ou chuvas significativas.

Portanto, conhecidos os valores de ETP e do coeficiente de cultura, cujo corresponde a relação entre o consumo de água pela planta e a evapotranspiração potencial ($K_c = ETR/ETP$), a demanda hídrica ou uso consuntivo de uma cultura qualquer, pode ser estimada pela fórmula seguinte:

$$ETR = K_c \times ETP \quad .(2)$$

A FAO, define o coeficiente K_c em função de quatro fases distintas do desenvolvimento do cultivo, assim caracterizadas:

FASE I- Compreende o período que vai desde a germinação até 10% de cobertura efetiva. Como a evapotranspiração de um cultivo durante a etapa inicial é quase que totalmente evaporação, a qual depende altamente das condições de umidade no solo, o coeficiente K_c é dado em função da ETP e do turno de rega ou chuva significativa. Pode ser obtido pela Figura 1.

FASE II- Corresponde a fase de crescimento vegetativo, indo desde o final da etapa inicial até 80% de cobertura efetiva ou início de floração.

FASE III- Período que vai da floração até o início de maturação.

FASE IV- Etapa correspondente ao período que vai do começo da maturação a plena maturação ou colheita.

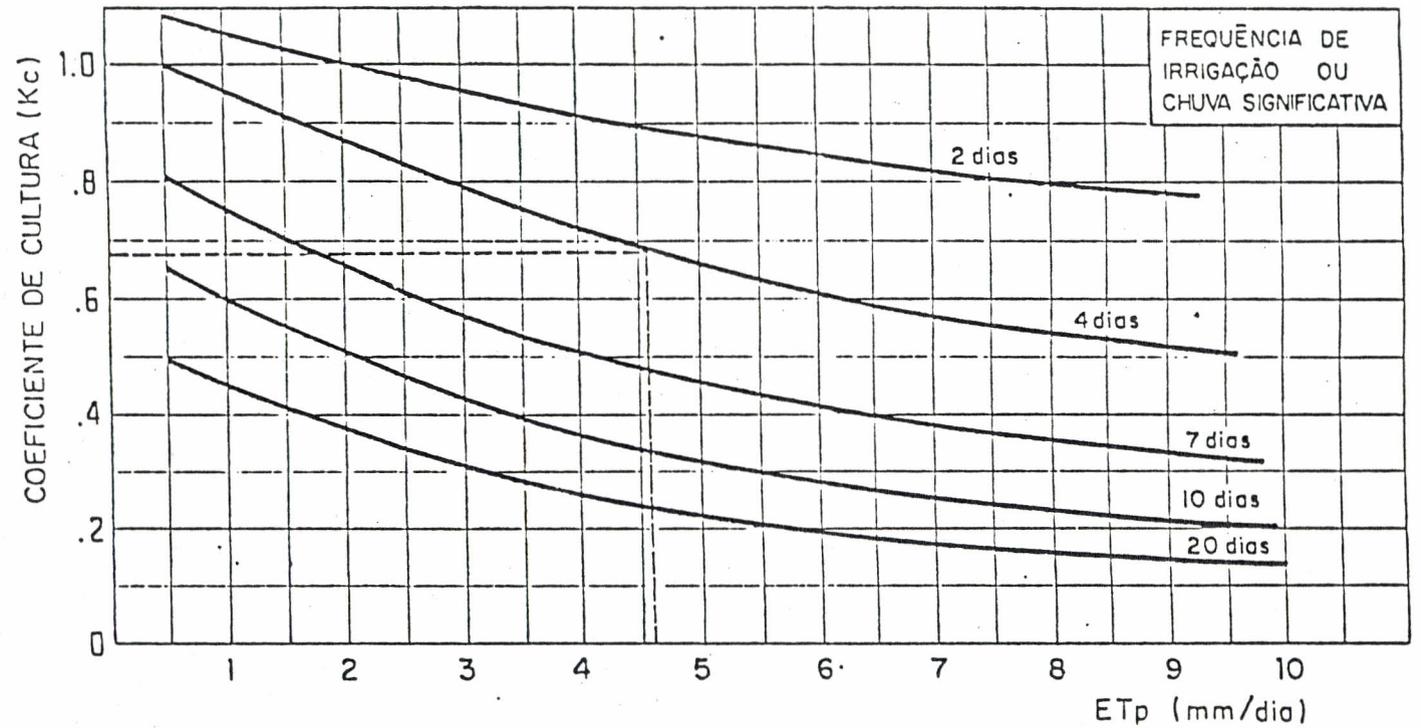


Figura 1- K_c médio para a fase inicial da cultura em função do nível médio de ETP (durante a fase inicial) e frequência de irrigação ou chuva significativa:

Des.: J.C. Beterra

Os passos necessários para se definir a curva de Kc segundo o método da FAO, são:

- a- Estabelecer a época de plantio;
- b- Determinar o período total de crescimento e duração de cada uma das fases antes descritas;
- c- Estimando a frequência de irrigação ou chuvas significativas, para determinados valores de ETP, obtém-se através da Figura 1 o Kc para a fase inicial;
- d- Para dadas condições climáticas (umidade e vento), na Tabela 2, seleciona-se o valor de Kc para as fases III e IV;
- e- Definidos os valores de Kc, traça-se o gráfico representativo da curva interligando estes valores, tal como se mostra na Figura 2 e, por interpolação, define-se o Kc para a fase II.

5- Estimativa da evapotranspiração real do período

Obtém-se através do produto: $ETR_p = ETR \times N^o \text{ de dias.}$

6- Evapotranspiração real acumulada

Corresponde a somatória dos valores de evapotranspiração real no período.

7- Irrigação

Para determinação da quantidade de água a ser aplicada, calcula-se a água disponível, em função das características físico-hídricas do solo através da fórmula:

$$AD = \frac{CC - PMP}{100} \times da \times h, \text{ onde}$$

AD= Água disponível (cm)

CC= Capacidade de campo (%)

PMP= Ponto de murcha permanente (%)

da= Densidade aparente (g/cm^3)

h= Profundidade efetiva do sistema radicular.

TABELA 2. Coeficientes de cultura dos cultivos de acordo com a umidade relativa, velocidade do vento e período vegetativo. (F.A.O.).

Culturas	Umidade relativa		*UR mínima > 70%		**UR mínima < 20%	
	Vento	(m/s)	0 - 5	5 - 8	0 - 5	5 - 8
Todos os cultivos extensivos	Fases da cultura: Inicial 1 Desenvolv. 2		- utilizar a Fig. - igual para todos os cultivos			
Feijão	3		1,05	1,10	1,15	1,20
	4		0,30	0,30	0,25	0,25
Milho	3		1,05	1,10	1,15	1,20
	4		0,55	0,55	0,60	0,60
Algodão	3		1,05	1,15	1,20	1,25
	4		0,65	0,65	0,65	0,70
Sorgo	3		1,00	1,05	1,10	1,15
	4		0,50	0,50	0,55	0,55
Milheto	3		1,00	1,05	1,10	1,15
	4		0,30	0,30	0,25	0,25
Melão	3		0,95	0,95	1,00	1,05
	4		0,65	0,65	0,75	0,75
Tomate	3		1,05	1,10	1,20	1,25
	4		0,60	0,60	0,65	0,65
Cebola	3		0,95	0,95	1,05	1,10
	4		0,75	0,75	0,80	0,85
Batatas	3		1,05	1,10	1,15	1,20
	4		0,70	0,70	0,75	0,75
Alface	3		0,95	0,95	1,00	1,05
	4		0,90	0,90	0,90	0,90
Pepino	3		0,90	0,90	0,95	1,00
	4		0,70	0,70	0,75	0,30
Abobora	3		0,90	0,90	0,95	1,00
	4		0,70	0,70	0,75	0,80
Beringela	3		0,95	1,00	1,05	1,10
	4		0,80	0,85	0,85	0,90
Crucíferas	3		0,95	1,00	1,05	1,10
	4		0,80	0,85	0,90	0,95

TABELA 2. (continuação)

Cultura	Umidade relativa		* UR mínima > 70%		** UR mínima < 20%	
	Vento (m/s)		0 - 5	5 - 8	0 - 5	5 - 8
Soja	Fases da cultura	3	1,00	1,05	1,10	1,15
		4	0,45	0,45	0,45	0,45
Amendoim		3	0,95	1,00	1,05	1,10
		4	0,55	0,55	0,60	0,60
Pimentão		3	0,95	1,00	1,05	1,10
		4	0,80	0,85	0,85	0,90
Cenoura		3	1,00	1,05	1,10	1,15
		4	0,70	0,75	0,80	0,85
Lentilha		3	1,05	1,10	1,15	1,20
		4	0,30	0,30	0,25	0,20
Cártamo		3	1,05	1,10	1,15	1,20
		4	0,25	0,25	0,20	0,20
Girasol		3	1,05	1,10	1,15	1,20
		4	0,40	0,40	0,35	0,35
Trigo		3	1,05	1,10	1,15	1,20
		4	0,25	0,25	0,20	0,20
Cevada		3	1,05	1,10	1,15	1,20
		4	0,25	0,25	0,20	0,20

Obs.: Na utilização da tabela acima, em lugar da UR mínima, considerar:

* UR média > 50%

** UR média < 50%

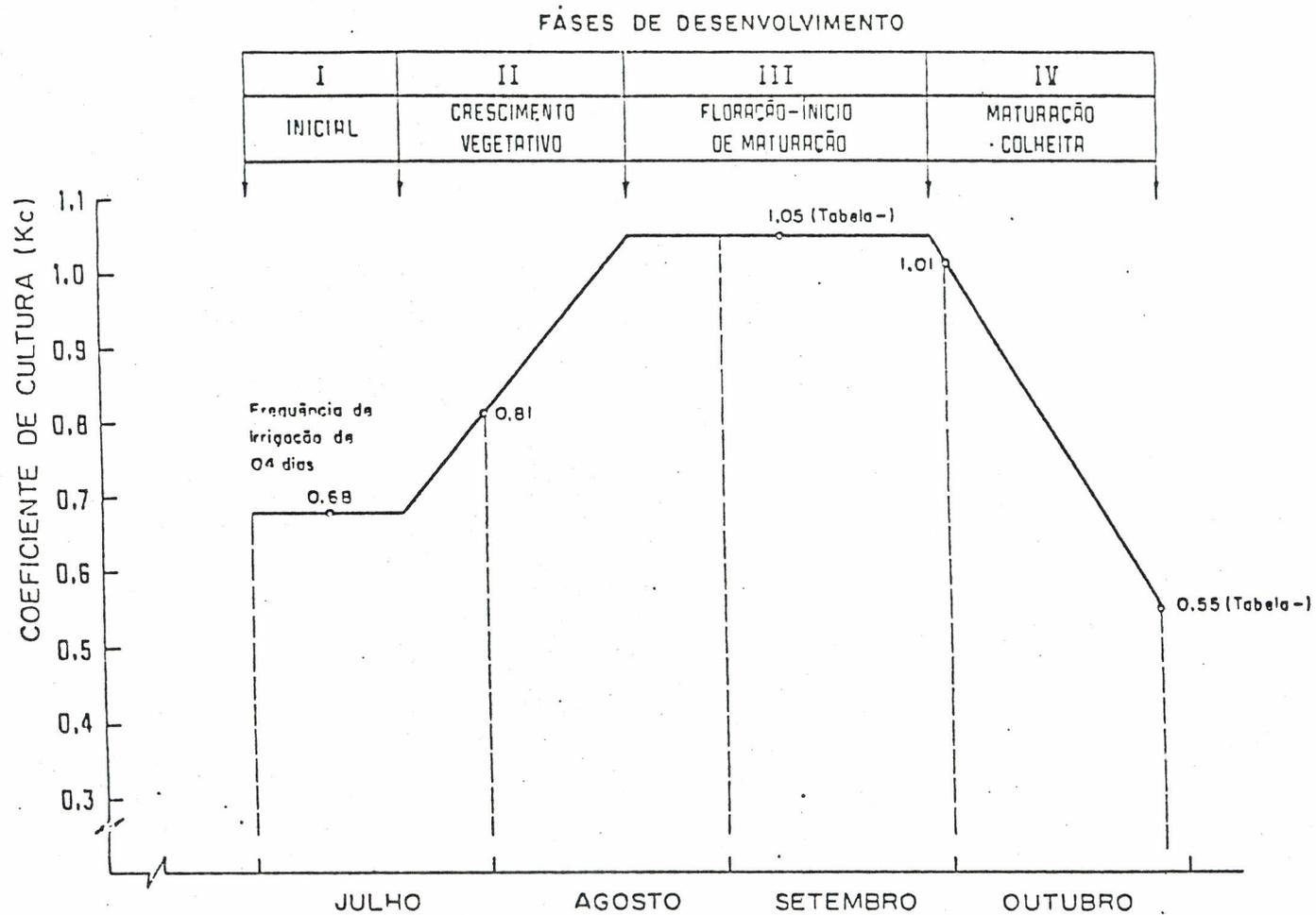


Fig. 2- Curva de coeficiente de cultura (milho)

A irrigação será feita sempre que cerca de 50% da água disponível no solo seja consumida pela planta, ou seja, quando a evapotranspiração real acumulada atingir esse valor.

8- Exemplo de aplicação

Determinar as épocas de irrigação para cultura do milho utilizando o tanque classe "A", tomando por base as seguintes condições:

- 1- Data de plantio: 01/07/84;
Colheita: Aproximadamente aos 120 dias, ou seja, a 28/10/84;
- 2- Local de produção: Fazenda Bebedouro;
Município: Petrolina;
Estado: PE;
- 3- Dados climatológicos locais: Ver Tabela 3;
- 4- Fases fenológicas da cultura (duração):
 - I- do plantio até 10% de cobertura efetiva (+ 20 dias);
 - II- final da primeira etapa até o início da floração (+ 30 dias);
 - III- da floração ao início de maturação (+ 40 dias);
 - IV- do começo de maturação até a colheita (+ 30 dias).

OBS.: A definição do período de duração de cada uma das fases fenológicas da cultura, deve ser feita apenas em base a informações locais.

8.1- Período:

O período escolhido é de cinco dias, porque as correlações entre a evaporação do tanque classe "A" e a necessidade d'água das culturas apresentam melhores resultados, logo, é também utilizado o valor médio das informações climatológicas deste período.

8.2- Coeficiente do tanque (Kp):

É obtido na Tabela 1 em função dos valores médios no período da umidade relativa (UR) e velocidade do vento a 2,0 m de altura (Vv), associado a bordadura (R) do tanque que no caso é considerada de 10 cm em solo gramado.

8.3- Evapotranspiração potencial (ETP):

É o produto do coeficiente do tanque (Kp) pela evaporação média do tanque classe "A" (ECA) no período, ou seja, $ETP = Kp \times ECA$.

8.4- Coeficiente de cultura (Kc):

É obtido para as distintas fases, da seguinte maneira:

FASE I- Pela Fig. 1, para uma ETP média de 4,7 mm e frequência de irrigação de 4 dias, $Kc = 0,68$;

FASE II- Determinado por interpolação;

FASE III- $Kc = 1,05$ (Tabela 2);

FASE IV- $Kc = 0,55$ (Tabela 2).

Definidos os valores acima, constroi-se, finalmente, o gráfico representativo da curva de Kc, tal como se mostra na Figura 2.

A interpolação para determinação dos Kc para FASE II é realizada pela diferença entre os Kc da fase II e III dividido pelo número de dias da FASE II vezes o número de dia do período. Exemplificando:

- . Kc da FASE I para o dia 20/07 = 0,68;
- . Kc da FASE III para o dia 24/08 = 1,05;
- . Número de dias da FASE II = 30.

$$\text{Logo } Kc = \frac{1,05 - 0,68}{30} \times 5 = 0,06$$

Isto quer dizer que a cada 5 dias teremos um acréscimo ΔKc de 0,06 unidades aproximadamente, ou seja:

- . $Kc (25/07) = Kc (20/07) + \Delta Kc = 0,68 + 0,06 = 0,74$;
- . $Kc (30/07) = Kc (25/07) + \Delta Kc = 0,74 + 0,06 = 0,80$.

8.5- Evapotranspiração real (ETR):

É produto do coeficiente de cultura (Kc) pela evapotranspiração potencial (ETP) do período, ou seja, $ETR = Kc \times ETP$.

8.6- Evapotranspiração real do período (ETR_p):

É o produto da evapotranspiração real pelo número de dias do período, ou seja, $ETR_p = 5 \times ETR$.

8.7- Evapotranspiração real acumulada:

É o somatório dos valores da evapotranspiração real do período.

8.8- Irrigação:

Corresponde a lâmina líquida a ser aplicada, determinada em função das características físico-hídricas do solo através da fórmula:

$$AD = \frac{CC - PMP}{100} \times da \times h,$$

Neste caso o solo utilizado tem as seguintes características físico-hídricas até a profundidade efetiva do sistema radicular do milho.

CARACTERÍSTICAS	PROFUNDIDADES (cm)		
	0-30	30-60	60-90
Capacidade de campo (CC)	11,65	11,93	11,33
Ponto de murcha permanente (PMP)	3,07	5,27	5,87
Densidade aparente (da)	1,61	1,68	1,62

$$\text{Assim, } AD_{0-30} = \frac{11,65 - 3,07}{100} \times 1,61 \times 30 = 4,14 \text{ cm}$$

$$AD_{30-60} = \frac{11,93 - 5,27}{100} \times 1,68 \times 30 = 3,36 \text{ cm}$$

$$AD_{60-90} = \frac{11,33 - 5,87}{100} \times 1,62 \times 30 = 2,65 \text{ cm.}$$

Logo a $AD_{\text{Total}} = 10,15 \text{ cm}$ ou $101,5 \text{ mm}$.

Como a irrigação é feita sempre que 50% da AD é consumida, então,
 $IRR = 0,50 \times 101,5 = 50,7 \text{ mm}$.

Portanto, toda vez que a evapotranspiração real acumulada atingir valores em torno de 50,7 mm aplica-se a lâmina consumida.

REFERÊNCIAS

- CHOUDHURY, E.N. & MILLAR, A.A. Características físico-hídricas de três latos solos irrigados do Projeto Bebedouro. IN: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido. Petrolina, PE. Pesquisa em Irrigação no Trópico Semi-Árido: solo, água, planta. Petrolina, PE. 1981. p.1-14. (EMBRAPA/CPATSA. Boletim de Pesquisa, 4).
- FAO, Yield Response to Water. IN: Doorenbos, J. & Kassans, A.H. Irrigation and Drainage. Rome, 1979. p.193. (Paper, 33).
- FAO, Crop Water Requeriments. IN: Doorenbos, J. & Pruitt, N.O. Irrigation and Drainage. Rome, 1975. p.179. (Paper, 24).
- AMORIM NETO, M. da S. Análise preliminar do desempenho de um sistema de medidas de evaporação para o tanque classe A. Piracicaba, SP, ESALQ-USP, 1981. 75p. Tese mestrado.
- VILLA NOVA, N.A. & OMETTO, J.C. Instruções para utilização do tanque classe "A" em estimativas de evapotranspiração potencial, real e frequência de irrigação. Nota de Aula. Piracicaba, SP, ESALQ-Departamento de Física e Meteorologia, s.d. 15p.
- MAGALHÃES, A.A. de. Necessidade de água pelas plantas. Petrolina, PE, CPATSA-EMBRAPA, 1975. 12p.
- MAGALHÃES, A.A. de & AMORIM NETO, M. da S. Determinação da evapotranspiração pelo método do tanque classe "A". Petrolina, PE, EMBRAPA/CPATSA, s.d. n.p.
- HARGREAVES, G.W. Water requeriments manual for irrigated crops and rainfed agriculture. Logan, Utah State University, 1975. 41p.

TABELA 3- Disposição dos dados para determinação da época de irrigação utilizando o tanque classe "A".

PERÍODO	Nº DE DIAS	DADOS CLIMATOLÓGICOS MÉDIOS.			Kp	ETP(mm)	Kc	ETR(mm)	ETR _p (mm)	ETR _a (mm)	IRR(mm)
		UR(%)	Vv(km/dia)	ECA(mm)							
01/07 - 05/07	5	76	234	6,3	0,75	4,7	0,68	3,2	16,0	16,0	-
06/07 - 10/07	5	74	220	6,6	0,75	4,9	0,68	3,3	16,5	32,5	-
11/07 - 15/07	5	71	205	5,9	0,75	4,4	0,68	3,0	15,0	47,5	47,5
16/07 - 20/07	5	70	258	7,1	0,70	5,0	0,68	3,4	17,0	17,0	-
21/07 - 25/07	5	70	219	7,2	0,70	5,0	0,74	3,7	18,5	35,5	-
26/07 - 30/07	5	77	315	6,4	0,75	4,8	0,80	3,8	19,0	54,5	54,5
31/07 - 04/08	5	69	223	7,4	0,70	5,2	0,86	4,5	22,5	22,5	-
05/08 - 09/08	5	69	235	8,3	0,70	5,8	0,92	5,3	26,5	49,0	49,0
10/08 - 14/08	5	73	257	8,2	0,75	6,1	0,98	6,0	30,0	30,0	-
15/08 - 19/08	5	66	209	8,6	0,70	6,0	1,04	6,2	31,0	61,0	61,0
20/08 - 24/08	5	76	275	7,1	0,75	5,3	1,05	5,6	28,0	28,0	-
25/08 - 29/08	5	70	239	8,0	0,70	5,6	1,05	5,9	29,5	57,5	57,5
30/08 - 03/09	5	73	309	8,8	0,75	6,6	1,05	6,9	34,5	34,5	-
04/09 - 08/09	5	66	258	6,2	0,70	4,3	1,05	4,5	22,5	57,5	57,0
09/09 - 13/09	5	65	203	6,5	0,70	4,5	1,05	4,7	23,5	23,5	-
14/09 - 18/09	5	57	167	7,1	0,75	5,3	1,05	5,6	28,0	51,5	51,5
19/09 - 28/09	5	70	276	9,8	0,70	6,9	1,05	7,2	36,0	36,0	-
24/09 - 28/09	5	61	211	8,7	0,70	6,1	1,05	6,4	32,0	68,0	68,0
29/09 - 03/10	5	60	185	9,3	0,70	6,5	0,55	3,6	18,0	18,0	-
04/10 - 08/10	5	66	272	10,1	0,70	7,1	0,55	3,9	19,5	37,5	-
09/10 - 13/10	5	60	223	8,8	0,70	6,2	0,55	3,4	17,0	54,5	54,5
14/10 - 18/10	5	55	262	9,8	0,70	6,9	0,55	3,8	19,0	-	-
19/10 - 23/10	5	52	204	9,7	0,70	6,8	0,55	3,7	18,5	-	-
24/10 - 28/10	5	65	218	9,3	0,70	6,5	0,55	3,6	18,0	-	-